A.T.T.E.S.S.

Edilizia Storica e Sostenibilità Ambientale

La qualità delle prestazioni energetico - ambientali nella manutenzione dell'architettura storica

Linee Guida

ATTESS
Metadistretto veneto della Bioedilizia – Metadistretto veneto dei Beni Culturali
Ottobre 2010

Il progetto ATTESS, che ha raggiunto il suo traguardo il 30 settembre 2010, è il risultato di un accordo di collaborazione tra il Metadistretto veneto della Bioedilizia, il Metadistretto Veneto dei Beni Culturali e la Direzione regionale per i beni culturali e paesaggistici del Veneto, nei termini espressi nel protocollo di intesa sottoscritto a Venezia in data 10 giugno 2010.

Nel contesto legislativo nazionale ed europeo attuale, sempre più attento all'efficienza energetica e alla sostenibilità ambientale, l'obiettivo dell'ATTESS è la promozione di una buona prassi per l'intervento sull'edilizia storica, che persegua la finalità pratica del miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali tenendo conto sia dei criteri del restauro (quali il rispetto dell'autenticità della materia, il minimo intervento, la reversibilità ecc.) che dei criteri della bioedilizia.

Considerate anche le indicazioni delle *Linee guida per l'uso efficiente dell'energia nel patrimonio culturale* promosse dal Ministero per i beni e le attività culturali, di prossima pubblicazione, le *Linee guida* risultate dalla ricerca del gruppo ATTESS tracciano degli indirizzi per la conoscenza dell'edilizia storica e puntualizzano un metodo di approccio al progetto sulla base della valutazione attenta dell'esistente, considerati anche i criteri della sostenibilità. Per facilitare la gestione dell'informazione, l'ATTESS propone la realizzazione di una base dati che permetta di mettere a fuoco, per ogni determinato caso, le scelte metodologiche e tecnologiche ammissibili in funzione delle caratteristiche storico-artistiche e tecniche del bene e delle normative di riferimento. I singoli capitoli delle linee guida verranno approfonditi successivamente attraverso ricerche mirate, in funzione dei finanziamenti per la ricerca conferiti dal braccio produttivo-tecnologico oppure fatti confluire attraverso progetti regionali, statali o europei.

L'asse concettuale del progetto ATTESS è la conservazione e la valorizzazione del patrimonio attraverso scelte tecnologiche consapevoli, sulla scia dei concetti guida fissati dalla *Costituzione* (articolo 9) e dal *Codice dei beni culturali e del paesaggio* (si vedano in particolare gli articoli 1, 3, 6, 29).
L'ATTESS propone nelle *Linee Guida* un ausilio alla conservazione del patrimonio storico, uno strumento per valutarne in modo giusto le potenzialità dal punto di vista energetico-ambientale, che consenta di conoscere nuove tecnologie ma anche di porre dei ragionevoli limiti alla tecnologia, operando scelte progettuali accurate, sostenibili, meno invasive, in modo da conservare i valori codificati nel nostro patrimonio senza impedirne la fruizione.

Ugo Soragni
Direttore regionale per i beni culturali e paesaggistici del Veneto

Alessandro Conte
Metadistretto veneto della Bioedilizia

Giorgio Minighin
Metadistretto veneto dei Beni Culturali

A.T.T.E.S.S.
Edilizia Storica e Sostenibilità Ambientale

Comitato scientifico* e Gruppo tecnico

- Ing. Francesco MARINELLI* - Metadistretto Veneto Bioedilizia - direttore di progetto
- Arch. Ugo SORAGNI* - Direttore Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto
- Rest. Sergio CALO'* - Metadistretto Veneto Beni Culturali
- Arch. Simonetta CHIOVARO* - Metadistretto Veneto Bioedilizia - coordinatrice di progetto
- Prof. Arch. Alessandra BIASI* - Università di Udine
- Prof. arch. Giuseppe LONGHI* - Istituto Universitario di Architettura di Venezia
- Prof. arch. Sergio LOS* - Istituto Universitario di Architettura di Venezia
- Prof. ing. Fabio PERON* - Istituto Universitario di Architettura di Venezia
- Arch. Stefano FILIPPI - Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto
- Arch. Irina BALDESCU - Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto
- Arch. Elena AZZOLIN - Università di Udine
- Arch. Diletta BELLINA - Istituto Universitario di Architettura di Venezia
- Arch. Silvia NIERO - Istituto Universitario di Architettura di Venezia

Partner del progetto

- PROVINCIA DI TREVISO
- COMUNE DI POSSAGNO
- ISTITUTO CAVANIS

Aziende sostenitrici del progetto

- ASOLO COSTRUZIONI
- BIOEDILIZIA SRL
- LA COMBUSTIONE SRL
- MARYLON SNC
- MOLINARI COSTRUZIONI SRL
- PANAZZOLO RESTAURI SRL
- OPERA SRL
- I.R.E. SRL
- ERNESTA VERGANI
- COMIN SRL
- SALIZZO DE COGOLI SRL
- SCRIBANET STUDIO SRL
- ZIGRAM SRL

Dott. Sabrina Lovato – segreteria di progetto
Claudio Crosato / HaRKò - webmaster
Dott. Angelisa Tormena – coordinamento generale

Progetto realizzato con il contributo della Regione Veneto LR 8/2003 e s.m. e i.
Bando di assegnazione delle risorse anno finanziario 2008.

METADISTRETTO
DELLA
BIOEDILIZIA

METADISTRETTO VENETO DEI BENI CULTURALI

INDICE

METADISTRETTO VENETO DEI BENI CULTURALI

INTRODUZIONE

Sviluppo sostenibile, edilizia storica ed architettura bioclimatica: approccio complessivo e metodologia di lavoro

(a cura di Francesco Marinelli)

Lo *"Sviluppo Sostenibile"* rappresenta l'ingresso sullo scenario mondiale di un nuovo modello di sviluppo felicemente rappresentato dalla definizione data nel 1987 dalla "Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo", presieduta da Gio Harem Brunndtland, che individua lo *"Sviluppo Sostenibile"* come *"la forma di sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere le possibilità delle generazioni future di soddisfare le proprie".*

In una snella definizione, una rivoluzione, il passare da un modello di sviluppo basato sul consumo e sullo spreco delle risorse naturali ad una società che si pone il problema di un loro uso razionale e di una loro modalità di utilizzo capace di affrontare e risolvere le enormi attuali problematiche ambientali è sicuramente una *sfida* epocale.

Questa sfida è stata di fatto raccolta dall'Unione Europea che, già nell'"Atto Unico Europeo" del 1986, identifica nella tematica ambientale uno dei cardini della politica comunitaria e, nell'articolo 130R del "Trattato di Maastricht" (1992), istitutivo della CE, individua nello "*sviluppo sostenibile"* l'obiettivo prioritario dell'Unione europea: *"mirando al benessere delle generazioni future in Europa e in tutto il mondo, in termini di prosperità economica, giustizia sociale e sicurezza, elevate norme ambientali e gestione razionale delle risorse naturali di base"*.
A seguito di questo assunto istitutivo la Commissione Europea porta avanti tutta la sua attività di programmazione e di attività di indirizzo, in coerenza con le ipotesi poste a base del nuovo modello di sviluppo.
In particolare e, relativamente all'ambito di interesse del presente lavoro, è utile evidenziare come questa attenzione e scelta di fondo venga declinata anche all'interno della importante comunicazione della Commissione relativa alla *"Strategia Tematica sull'Ambiente Urbano"* e di come, all'interno di questo importante documento, venga individuata l'edilizia sostenibile come uno dei quattro pilastri fondanti delle politiche di sostenibilità delle Amministrazioni Pubbliche Europee ed ancora come, nella "Terza conferenza interministeriale europea sull'*abitare sostenibile*", venga detto:
"Occorre rendere più sostenibili anche gli edifici esistenti, mediante lavori di adeguamento o di ristrutturazione secondo criteri di sostenibilità. Il miglioramento del rendimento energetico degli edifici esistenti è uno dei sistemi con il miglior rapporto costi/efficacia per rispettare gli impegni assunti in virtù del protocollo di Kyoto in materia di cambiamenti climatici. L'adeguamento del vecchio patrimonio immobiliare mediante lavori di isolamento potrebbe consentire una riduzione delle emissioni di CO2 degli edifici e dei relativi costi energetici del 42-46%. La ristrutturazione è più complessa della realizzazione di nuovi edifici, in quanto sono necessarie soluzioni differenti a seconda degli edifici, ed è ancora più complessa nel caso di immobili soggetti a tutela, ma la ristrutturazione sostenibile presenta numerosi benefici ambientali rispetto alla demolizione e alla ricostruzione, ad esempio la conservazione dell'energia e dei materiali già presenti. Inoltre la ristrutturazione e la riqualificazione degli edifici e delle zone storiche contribuiscono a creare nelle comunità locali un senso di orgoglio e di consapevolezza del proprio patrimonio. ………….. (omissis).."

Anche a livello nazionale la problematica di come coniugare sostenibilità e costruito storico è avvertita come fondamentale e, relativamente all'ambito di intervento del presente lavoro per evidenziare coma sin dall'anno 2000 il Ministero dell'Ambiente e quello dei Beni e delle Attività Culturali (MIBAC), si sono posti il problema di come intervenire sul patrimonio storico in termini di qualità energetico-ambientale compatibilmente con il rispetto del paesaggio, delle strutture e delle superfici di interesse storico e artistico e, in risposta a questa esigenza venne siglato un Protocollo di intesa tra gli allora ministri Bordon e Melandri, che impegnava entrambi i dicasteri a favorire l'utilizzo e l'inserimento nel tessuto urbano e nel paesaggio delle tecnologie che utilizzano le fonti di energia rinnovabile. A fronte anche di questo protocollo e con l'intento di favorire l'uso efficiente dell'energia nel Patrimonio Culturale il MIBAC è in procinto di emanare una linea guida nazionale su questo tema.

Le presenti linee guida, relativamente a quella Ministeriali, si pongono in un ambito culturale e di intervento più complesso ed articolato tendente ad evidenziare la necessità e l'utilità di porre a base delle scelte di indirizzo, negli interventi sull'edilizia storica, non solo l'attenzione all'efficienza energetica ma anche gli altri elementi che caratterizzano l'edilizia sostenibile.

Si è cercato quindi di individuare coerenti e corrette modalità di intervento atte a migliorare le prestazioni energetiche, congiuntamente a quelle ambientali, il tutto in coerenza con i principi sia dell'edilizia sostenibile in termini di qualità dei materiali, di salubrità degli ambienti, di attenzione ad una corretta utilizzazione delle risorse naturali: acqua, suolo, materie prime, ecc., sia del patrimonio storico e artistico in termini di compatibilità materica, minor invasività degli interventi e delle tecnologie applicate, rispetto dei criteri della conservazione, ecc.

Elemento prioritario e fondante di questo excursus di ricerca è stato il porre, a base delle scelte di intervento sull'edilizia storica in termini di prestazioni energetico-ambientali, un approccio metodologico nuovo, complesso ed innovativo capace di coniugare il rispetto conservativo con una visione unitaria e sinergica dell'organismo edilizio storico nei suoi rapporti con l'ambiente circostante sia questo naturale, antropizzato extraurbano o urbano.

Il riesame e la reinterpretazione delle chiavi di lettura del costruito storico in funzione delle sue originarie e fondanti capacità energetico-ambientali consente di restituire compiutamente agli edifici la qualità che da sempre li ha contraddistinti e di ripensare, in un ottica di sostenibilità ambientale, alle modalità di intervento, di riqualificazione e di ristrutturazione

Se sapientemente usata questa nuova chiave di lettura renderà certa la conoscenza della reale e, attualmente non riconosciute qualità energetiche ed ambientali del costruito storico, consentendo la messa a punto di modalità di intervento più semplici e probabilmente meno invasive delle attuali.

Intento di questo lavoro è stato quello di apportare alla attuale disciplina due utili contributi:
il primo, quello di aprire ad una innovativa riflessione su un tema fondamentale per il mantenimento della memoria storica e della qualità dell'ambiente, contemporaneamente capace di consentire modalità di intervento utili ad incrementare forme di attività di impresa interne alla logica della “Green Economy” e, questo in un ambito, quale quello del comparto delle costruzioni, sicuramente tra i più impattanti con l'ecosistema;
il secondo, quello di mettere a punto uno strumento informativo e di indirizzo metodologico ed operativo utile ai professionisti, agli enti, alle aziende ed ai cittadini e capace di dare risposte attente alle problematiche legislative, metodologiche e tecniche inerenti il come intervenire sul patrimonio edilizio storico secondo criteri di sostenibilità energetico-ambientale ed in funzione dei diversi e possibili gradi di vincolo.

Favorire e privilegiare il recupero sia urbano che edilizio, operare correttamente sull'edilizia storica in funzione di specifiche esigenze di tutela o delle diverse forme di prescrizione a cui dal punto di vista urbanistico può essere assoggettato, in modo utile ad incrementarne il valore e la funzione, può generare una nuova economia di settore che, contrariamente a quanto avviene per le nuove costruzioni non dissipa territorio e riduce il ricorso a nuove materie prime.

Come fare tutto quanto sopra in un ottica di reale sostenibilità ambientale oggi non è chiaro, si confonde l'intervento secondo criteri di sostenibilità ambientale con interventi di efficientamento energetico, ci si rivolge alle forme costruttive del passato con la contemporanea modalità di intervento che disgiunge la organicità dell'intervento edilizio smembrandolo in parti: l'involucro, gli impianti, le strutture, le funzioni, ecc.

Riteniamo non sia questa l'ottica da perseguire come, pensiamo che la riscoperta e la necessaria rivalutazione della originaria ed unitaria modalità di funzionamento degli edifici storici sia l'unico elemento che possa dare un reale contributo alla risoluzione del problema posto a base di queste linee guida: come intervenire secondo criteri di sostenibilità sull'edificato storico.

Relativamente al tema del recupero urbano ed edilizio in generale è possibile dire che ad oggi è sufficientemente investigata la modalità di recupero sostenibile dei quartieri e degli edifici di recente costruzione, contemporaneamente è possibile evidenziare come la riflessione sul come

intervenire con criteri di sostenibilità sugli edifici storici è modalità ancora tutta da investigare, individuare e definire.
Sicuramente quanto sopra nasce anche a fronte della complessità del problema, lì dove nell'introdurre anche il tema della sostenibilità ambientale nel recupero dell'edificato storico rende necessario aggiungere ai tradizionali elementi di attenzione che contraddistinguono questo ambito di intervento e quindi: storia, arte, bellezza, fruibilità, ecc. anche altri indicatori tipici delle politiche di sostenibilità ambientale quali: efficienza energetica, uso oculato delle risorse naturali, attenzione alla salubrità ed al comfort degli ambienti, efficaci politiche di partecipazione dei cittadini e degli stakeolders, ecc.
Per queste ragioni nell'avvicinarsi al tema del recupero e della valorizzazione urbanistica, economica ed ambientale della città storica e dei suoi edifici, il tentativo esperito è stato quello del riuscire ad individuare una metodologia di intervento capace di sovrapporre e di integrare ai tradizionali indicatori di qualità, quelli relativi ai nuovi parametri della sostenibilità ambientale.
Nel fare questo è stato però necessario avere ben presente come di fatto, molte delle attenzioni che oggi fanno parte del costruire sostenibile erano già a base del costruire tradizionale, forse in forma non consapevole ma, in riferimento ad una cultura materiale che imponeva e ricercava l'interazione e la sinergia con il clima esterno e con l'intorno ambientale e questo in modo coerente ed in contiguità con l'ambito storico, geografico e culturale e quindi con le forme locali e nei tradizionali modi di costruire ed in relazione ai diversi contesti sociali.
L'edificato era contestualizzato ad un particolare luogo e tempo, contrariamente a quanto accade oggi in cui tutto è uniformato e, le soluzioni tipologiche non si differenziano più per area geografica e di contesto culturale e sociale ma, solo per l'evolversi del modello nel tempo e quindi per moda. Come per i vestiti, è oggi possibile incontrare persone con gli stessi abiti a migliaia di chilometri di distanza ma non è possibile incontrare persone con gli stessi abiti a qualche anno di distanza, questo ora anche per gli edifici.
Si è strappato il filo di una continuità storica che aveva generato nel tempo modalità costruttive ricche di capacità e di tecniche consolidate atte a migliorare le condizioni dell'abitare; ignorando e non dando valore alle forme del costruire tradizionale si sono perse le soluzioni tecnologiche che quel costruire aveva individuato e definito nei secoli per ottimizzare il rapporto del costruito per ciascun luogo e contesto.
Se nel pensare a come intervenire sull'edificato storico si ritrova il filo interrotto della cultura che lo aveva generato, se si capisce a quale condizione ambientale tendeva a porre rimedio, a quali bisogni voleva dare risposta, allora forse diventa più facile individuare criteri di intervento coerenti al nuovo paradigma della sostenibilità.
Se tutto questo viene recepito e quindi si torna a pensare in termini di *architettura bioclimatica* e quindi adattativa al luogo e funzionale a rendere confortevole l'abitare, in termini di utilizzo razionale delle risorse naturali e quindi di un costruito frutto di una scelta e di una conoscenza, allora si scopre l'intima essenza dell'architettura ed il connubio tra sostenibilità ed edilizia storica nasce.
Relativamente all'architettura bioclimatica, di cui parleremo più diffusamente in seguito, per dire come questa nasceva e traeva alimento anche da una precisa, consapevole e ricercata *"qualità bioclimatica urbana"*, utile e funzionale al corretto utilizzo negli edifici dei fattori microclimatici positivi come ad ovviare ai fattori negativi.
Per confortare questa asserzione basta far riferimento alla storia e vedere come già la scuola Alessandrina studia le variazioni stagionali, l'orientamento ai venti, l'esposizione al sole e i loro effetti sulle produzioni agricole e sulla salute dell'uomo utilizzando poi queste conoscenze per individuare e definire il disegno delle città.
Vediamo come Vitruvio nel "De Architectura" individua nello studio del clima, nella successione temporale delle stagioni, nel corretto disporsi dei fronti stradali rispetto al sole e al loro distanziarsi (ombre portate), funzionalmente a quanto esperito grazie alla costruzione di gnomoni e meridiane, le basi di come andava individuato l'impianto urbanistico e quindi e successivamente di quello edilizio successivamente adottato in modo totalizzante dall'antica Roma.
Esposizione solare e direzione dei venti diventano gli elementi guida per la corretta definizione dell'orientamento del "Castrum Romano" che aveva nel "Cardo Maximus" l'asse principale che, in aree climatiche temperate quali quelle del bacino mediterraneo, deve essere orientato in direzione "nord-sud" e secondo la direzione dei venti del quadrante nord (Maestrale, Tramontana e Grecale) e del quadrante sud (Libeccio, Mezzogiorno e Scirocco), con possibilità di una diversa inclinazione dell'asse dovuta o all'orografia o alla persistenza di venti dominanti locali.
Dall'incrocio di Cardo e Decumano e per parallelismo a questi si organizza la viabilità urbana e quindi i relativi fronti edilizi, tale disposizione della viabilità, sia questa stradale o su canali (si veda

il caso di Venezia) definisce la trama dell'intera città, si individua la maglia dell'isolato urbano e del conseguente tessuto edilizio che, in conseguenza alla scelta della direzione assegnata al Cardo Maximus appare iso-orientato rispetto al sole.
Relativamente ai tipi edilizi per vedere come la tipologia della "Domus Romana" trova nel suo spazio interno, nella corte, la capacità di ottimizzare gli apporti solari e l'esposizione ai venti e quindi come lungo i fronti edilizi posti secondo l'asse Nord-Sud si hanno edifici con l'edificazione principale posta perpendicolarmente al percorso e quindi orientate a sud nelle corti. Lungo gli assi est-ovest si costruiscono edifici posti con l'asse principale parallelo all'asse stradale su cui prospettano e quindi sempre con il lato principale a sud all'interno della corte.
Al suo interno la "Domus" aggrega i suoi spazi intorno all' "Atrium", di distribuzione ai diversi ambienti e con funzione anche di "Impluvium" e, al "Peristilium" spazio questo di maggiori dimensioni che consente la realizzazione di giardini ed orti. Tale struttura tipologica appare essere contemporaneamente la più ottimale sia a consentire una aggregazione urbana compatta come ad assicurare la migliore efficienza bioclimatica dell'edificio.
In epoca medioevale gli statuti di molte città trecentesche evidenziano una grande attenzione per l'ecosistema urbano sotto il profilo ecologico e bioclimatico ed individuano una grande e diversificata conoscenza di soluzioni capaci di ottimizzare il rapporto edificio-città, teso ad assicurare ad entrambi corrette e sinergiche condizioni di soleggiamento e ventilazione.
In rapporto poi con le particolarità climatiche locali, con la qualità ed il tipo dei materiali presenti in loco, la presenza o meno di corsi d'acqua, il regime regionale dei venti, ecc. si ha l'adattamento dello schema originario alla realtà locale, con l'individuazione di dispositivi di controllo e di mitigazione microclimatica quali le logge, i porticati, le pergole, gli sporti, ecc. tutti elementi questi capaci di migliorare l'adattamento degli edifici al clima locale.
Oltre agli aspetti di efficienza energetica ed ambientale è bene tener presente come nell'intervenire su di un edificio deve essere posta attenzione anche al come assicurare al suo interno benessere e salute e, anche a questo proposito, è utile annotare coma già Vitruvio, ancora nel "De Architectura", a proposito della professione dell'architetto diceva*: "Non si può ignorare neppure la scienza medica, in quanto bisogna conoscere gli elementi che possono essere utili o dannosi alla salute dell'uomo: gli influssi del clima, le caratteristiche dell'aria, dei luoghi (che possono essere salubri o malsani), delle acque. Trascurando questi fattori non si può infatti costruire alcuna abitazione salubre."*
In epoca contemporanea questa saggezza accumulata nei secoli non è stata più presa adeguatamente in esame e le conseguenze sulle città e sull'edificato corrente sono evidenti a tutti; la apparente infinita disponibilità di risorse materiali ed energetiche, le grandi scoperte scientifiche e le nuove tecnologie a portata di tutti che, hanno caratterizzato l'ultimo secolo, hanno portato ad una semplificazione e banalizzazione del tutto.
La scoperta, non ancora diventata consapevolezza collettiva diffusa, della limitatezza delle risorse e quindi dell'attuale necessaria riflessione sul modello di sviluppo, possono essere l'occasione di una profonda riflessione culturale che deve necessariamente ripartire dalla conoscenza di quanto caratterizzava gli elementi anche materiali della storia che ci ha preceduto. Non si può pensare che quanto vale per il costruito recente, pensato per essere efficace solo grazie agli apporti tecnologici ed agli impianti divoratori di energia, possa valere anche per quanto nel corso dei secoli è nato da una diversa cultura e consapevolezza.
Relativamente a questi aspetti si potrebbe scrivere molto ma, per necessità funzionali agli obiettivi di questa linea guida, si rimanda l'approfondimento di questi temi alla oramai copiosa letteratura esistente; quello che in questa introduzione ci preme evidenziare è l'approccio culturale che è stato posto a base del presente lavoro, approccio che caratterizza e pregna tutti i successivi capitoli ed al quale conseguono le scelte effettuate e le indicazioni date.

1. CONTENUTI AMBIENTALI E REGIONALISMO DELL'ARCHITETTURA STORICA BIOCLIMATICA

(a cura di Sergio Los)

La Guida promossa dai due Metadistretti - della bioedilizia e dei beni culturali - e sostenuta dagli imprenditori che ne fanno parte, è un servizio rivolto alla comunità e ai progettisti coinvolti nella riqualificazione del patrimonio storico, con il proposito di migliorare la collaborazione tra i vari operatori, nella prospettiva di un necessario aggiornamento motivato dall'esigenza di sostenibilità. Questo aggiornamento richiede mutamenti più profondi di quanto appariva negli anni sessanta quando se ne manifestò l'esigenza con la crisi prima ambientale e poi energetica. L'aggiornamento implica non soltanto una mutazione delle tecnologie della costruzione, ma anche un cambiamento nella cultura architettonica, che comprende un modo nuovo di pensare il progetto e la sua organizzazione.

Possiamo dire che mentre nel secolo scorso abbiamo avuto una rivoluzione centrata sulla macchina[1], una transizione verso un'epoca tecnologica che domandava di completare l'integrazione del metodo scientifico nel progetto architettonico, oggi ci troviamo invece di fronte a una rivoluzione centrata sull'interazione tra uomo e ambiente mediata dalla città[2]. Questa rivoluzione interessa primariamente il rapporto con quella storia spazializzata che è la città, quindi un lavoro che tematizza la riqualificazione sostenibile dell'architettura storica mi pare particolarmente rispondente per evidenziare ed elaborare queste problematiche. La riqualificazione degli edifici storici non sarebbe uno dei tanti settori in corso di aggiornamento, accanto a quello della progettazione di edifici residenziali, industriali o commerciali, ma avrebbe secondo me un ruolo centrale nell'evidenziare la portata di questa transizione e illuminare le necessarie modificazioni teoriche che la cultura del progetto architettonico dovrebbe affrontare.

Cercherò di caratterizzare questo diverso processo evolutivo proponendo due sezioni: la prima delinea i tratti distintivi di questa seconda rivoluzione, mentre l'altra ne trae alcune proposte pratiche, rivolte alla cooperazione di progettisti e imprenditori per aiutare a realizzare questa transizione. Da una evoluzione extra-somatica cercheremo di muovere verso una evoluzione inter-somatica[3].

1.1. SEZIONE A – La storia davanti a noi come linguaggio

1.1.1. Coerenza bioclimatica dell'architettura storica

L'architettura storica, formale e informale (per evitare ambiguità, preferisco distinguere così l'architettura colta da quella definita "vernacolare"), prima dell'avvento degli impianti era naturalmente bioclimatica, non avendo altri mezzi per far sopravvivere i suoi abitanti dove e quando il clima si dimostrava inadeguato. L'architettura bioclimatica emerge implicitamente regionale, non lo diventa per qualcuno particolarmente sensibile a tale caratterizzazione. Il libro di V. Olgyay che la fa emergere, "Progettare con il clima", porta il significativo sottotitolo: un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico[4]. Anche la sostenibilità che adotta la progettazione

---

[1] Banham, R., Theory and Design in the First Age Machine, Architectrual Press, London 1960 (traduzione italiana *Architettura della prima età della macchina, Marinotti, Milano 2005*, vedi anche *Architettura della seconda età della macchina. Scritti 1955-1988*, Milano, Electa Mondadori, 2004); va ricordato che R. Banham ha scritto un libro molto interessante proprio sulla qualità ambientale in architettura, la cui traduzione italiana è: AMBIENTE E TECNICA NELL'ARCHITETTURA MODERNA, Laterza, Bari 1978.

[2] Sulla svolta contestualista della cultura architettonica nella seconda metà del secolo scorso, le letture sarebbero molte, si vedano: W. Ellis, TYPE AND CONTEXT IN URBANISM: COLIN ROWE'S CONTEXTUALISM, in Oppositions 18, MIT Press 1979, pp 3-27; A. Rossi, L'ARCHITETTURA DELLA CITTÀ, Marsilio Padova 1967; C. Rowe, F. Koetter, COLLAGE CITY, Il Saggiatore, Milano 1980; R. Venturi, D. Scott Brown, S. Izenour, IMPARARE DA LAS VEGAS, Cluva, Venezia 1985; R. Krier, LO SPAZIO DELLA CITTÀ, Clup, Milano 1982, S. Los, PER UN'ARCHITETURA DELLO SPAZIO COMUNE, in NAC n 8/9 settembre 1971.

[3] Sulla distinzione tra evoluzione biologica ed evoluzione culturale, denominate anche evoluzione endosomativa ed esosomatica, si può leggere, P. B. Medawar, J. B. Medawar, INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA, Mondadori Milano 1976; a queste modalità evolutive, che ho denominato evoluzione intrasomatica ed evoluzione extrasomatica, ho proposto di aggiungere una evoluzione intersomatica che dovrebbe caratterizzare la transizione verso una cultura sostenibile, S. Los, N. Pulitzer, curatori, L'ARCHITETTURA DELLA EVOLUZIONE, IL SISTEMA ABITAZIONE TRA INDUSTRIALIZZAZIONE EDILIZIA E TECNOLOGIE ALTERNATIVE, SAIE 1977, Luigi Parma, Bologna 1977.

[4] Olgyay, V., DESIGN WITH CLIMATE, A BIOCLIMATIC APPROACH TO ARCHITECTURAL REGIONALISM, Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1963 (versione italiana a cura di Jeffrey Cook e Sergio Los,

bioclimatica persegue dunque un'identità regionale, ne consegue che la nostra sostenibilità avrà un'identità diversa da quella di altri paesi, sarà contraddistinta dal nostro clima e dalla nostra cultura[5]. Non ha senso ricercare una sostenibilità globale, è proprio la globalizzazione che abolendo le identità culturali locali ha reso la vita del pianeta insostenibile.

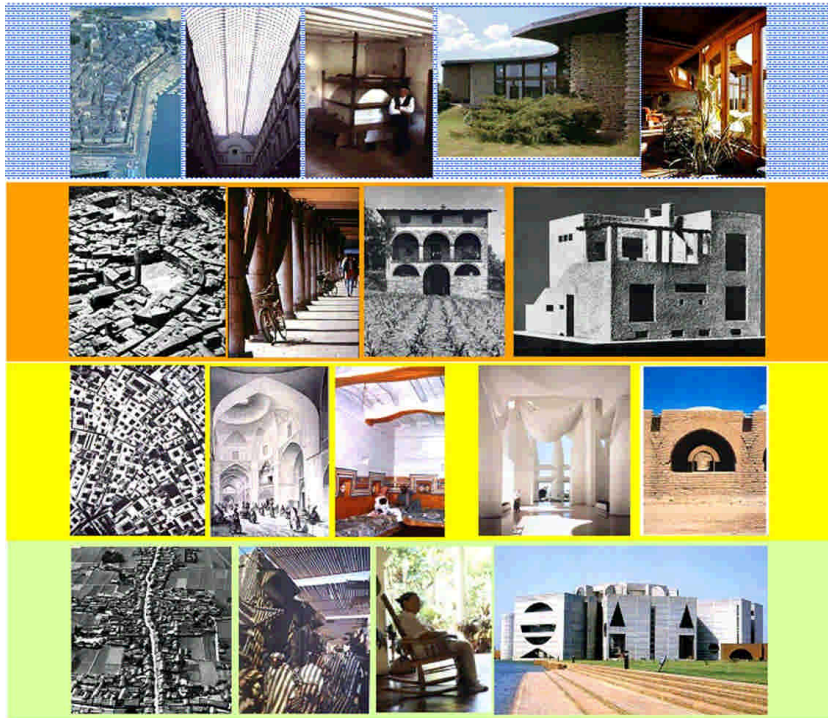
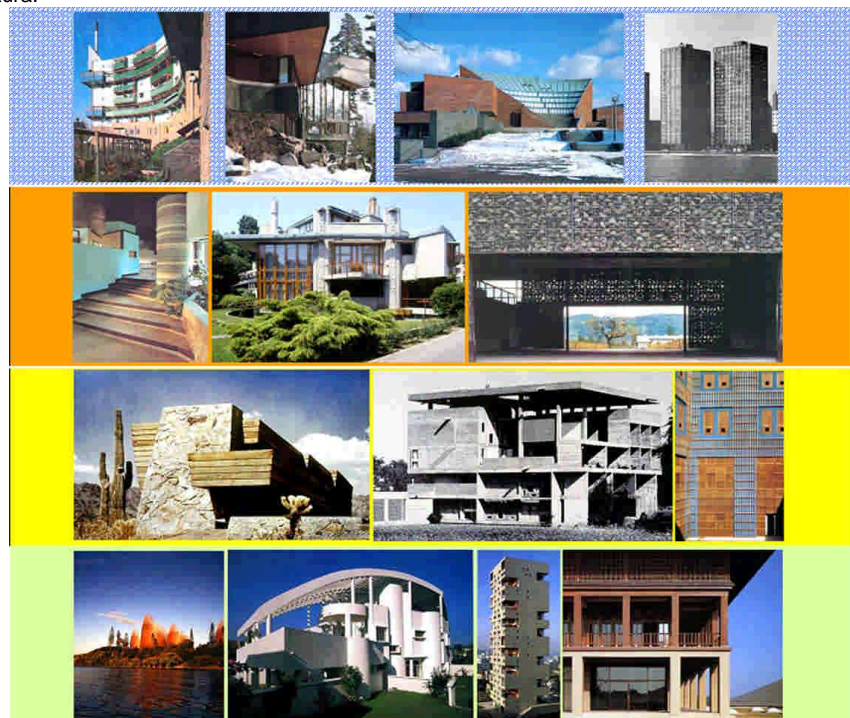



Figure. Le architetture formali e informali a scala edilizia e urbana distribuite per regioni climatiche, fredde, temperate, aride (caldo secco) e tropicali (caldo umido), presentano contenuti ambientali bioclimatici e fanno comprendere quanto gli architetti fossero consapevoli del contesto. La critica invece volta a perseguire determinati propositi ha completamente eluso questi caratteri dell'architettura.

PROGETTARE CON IL CLIMA, UN APPROCCIO BIOCLIMATICO AL REGIONALISMO ARCHITETTONICO, Franco Muzzio, Padova 1981.

[5] Los, S., curatore, REGIONALISMO DELL'ARCHITETTURA, Franco Muzzio, Padova 1990.

L'obbiettivo della Guida consiste nel migliorare, esplicitandone la potenziale sostenibilità, la conservazione del patrimonio architettonico e del suo contesto territoriale paesistico. Conservare edifici significa farli continuare a esistere, ma sarebbe più significativo dire, prendersi cura del loro esserci, che evoca il loro "aver luogo" in un determinato luogo. Nel suo essere bioclimatica, l'architettura storica è anche portatrice di quella identità regionale che rappresenta un tratto distintivo del patrimonio architettonico e paesistico storico.

Figure. Due grandi architetti rinascimentali contemporanei, Peter Smithson e Andrea Palladio, offrono queste straordinarie esemplificazioni di architettura bioclimatica regionalista, appropriata alla luce e al clima italiano e inglese.

Anche se la collocazione storica di tali edifici risulta più laboriosa di quella richiesta dalla loro collocazione geografica, la loro identità contraddistingue l'intreccio spaziale e temporale della loro costruzione. Ciononostante l'attuale cultura è molto più impegnata a caratterizzarne l'appartenenza al periodo storico che non al contesto geografico di quegli edifici che, non a caso si chiamano storici[6]. Anche se la preservazione dell'edificio evidenzia la volontà di farlo durare, di contrastare l'inevitabile scorrere del tempo, quindi farlo appartenere a diversi momenti temporali di uno stesso ambito spaziale. L'edificio come opera d'arte, come architettura, non può progredire, non possiamo considerare Brunelleschi meno progredito di Le Corbusier. Questa è la ragione principale della nostra volontà di preservare gli edifici storici, ma la modernità, equiparando la casa a una macchina per abitare, presuppone un ricambio delle case analogo a quello delle macchine, che ne sposta lo statuto artistico. Anche se questa previsione non si è mai avverata, intorno all'edificio storico rimane un alone semantico che evoca il progresso.

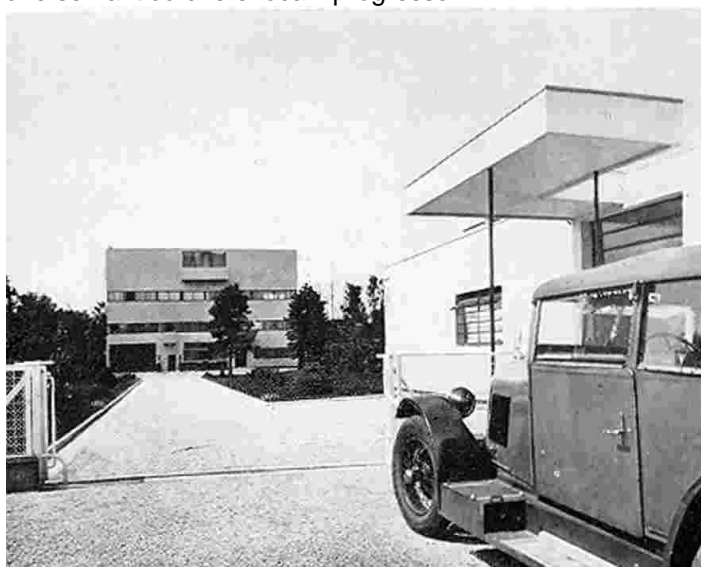



Figure. Una casa e una macchina per mostrare lo spirito del tempo, la casa pare molto più moderna della macchina, la prima con una evoluzione molto più lenta della seconda.

---

[6] Los. S., UN FUTURO DA RICOSTRUIRE, in Sapere, anno 71, n 4 luglio-agosto 2005; Los. S, curatore, ARCHITETTARE LE CITTÀ SOLARI, VERSO UNA GEOGRAFIA DELLA STORIA, in Città solari, dal passato al futuro, IUAV giornale dell'università n 42 pubblicato in occasione della mostra, IUAV, Venezia 2006.

La priorità attribuita alla collocazione temporale rispetto a quella spaziale è una credenza relativa alla cultura cui apparteniamo, non intrinseca all'azione del conservare il patrimonio monumentale che, in qualche modo, contrasta il tempo cronologico. Conservare edifici vuol dire preservarne l'identità spaziale e temporale, cioè ridurre la loro vulnerabilità rispetto ai processi che tenderebbero a minarla. Dunque lo scopo della Guida consiste nell'aumentare la resilienza degli edifici, la loro capacità di durare, che può identificarsi con la sostenibilità (che i francesi chiamano anche durabilité).

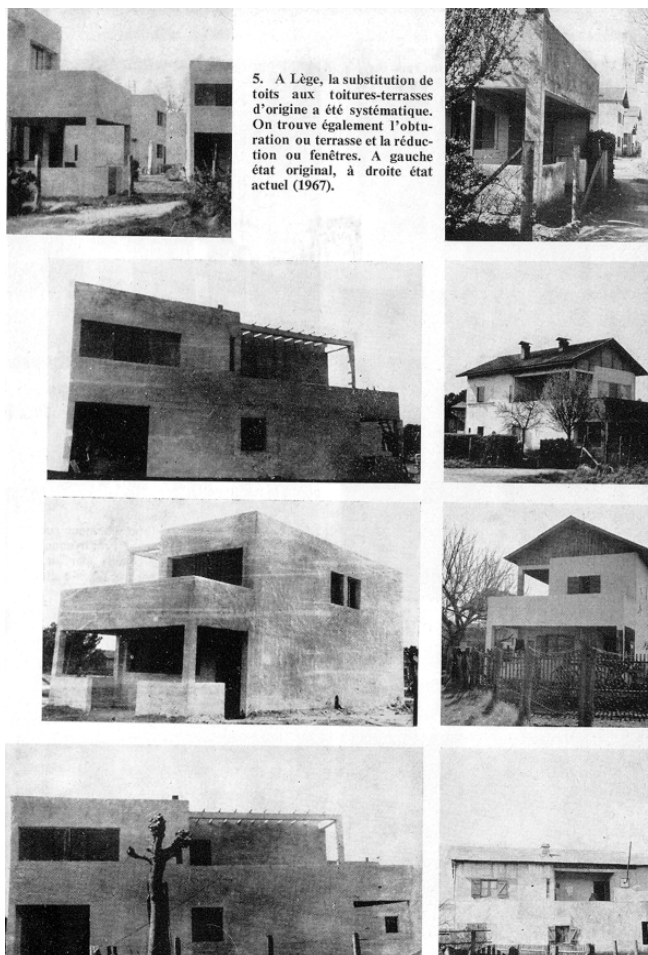



Figure. I modi di abitare adattano l'architettura alla propria visione della realtà, così le case di Le Corbusier a Pessac sono state modificate dagli abitanti. Oggi sono state restituite allo stato originale poiché sono diventate monumenti quindi strappate alla cura dei loro abitanti e trasferite alle istituzioni.

Anche la propria casa per essere conservata richiede cure quotidiane, da parte di coloro che, per poterla abitare, ne desiderano la conservazione. Occorre ricordare che la conservazione dell'identità è molto condizionata da quelle cure quotidiane, che esprimono il particolare desiderio di architettura dell'abitante, e che non sempre esse coincidono con tale originaria identità[7]. In tali casi, quando l'identità dell'edificio costituisce un patrimonio della comunità cui appartiene, che oltrepassa i desideri individuali dei suoi abitanti attuali, è necessario un controllo esterno per difenderne la resilienza. Ma questa identità comprende pure la qualità ambientale dell'edificio, la sua caratteristica climatizzazione e illuminazione, anche essa appartiene ai valori formali della sua architettura. È proprio questa caratteristica climatizzazione che non potendo essere internazione rende regionale l'architettura storica. L'identità della nostra sostenibilità sarà molto diversa da quella che contraddistingue la cultura e il clima diversi di altri paesi[8]. La nostra architettura storica è fondamentale per aiutarci a riconoscere tale identità e per fornirci gli strumenti necessari a perseguirla.

[7] G. Guarnerio Ciribini, G. Carità, L. Castagno; A. Petrillo, F. Rotta-Loria, LA REGOLA E IL COMPORTAMENTO, Franco Angeli, Milano 1984.

[8] Los, S., È TUTTO UGUALE?, in "Il fattore IS, un numero dedicato a scoprire le identità sostenibili", The Innov(e)tion valley Magazine n 4, inserto del Corriere della sera di venerdì 10 settembre 2010.

1.1.2. Identità dei contenuti ambientali dell'architettura

Compito della Guida è perseguire la conservazione di quei contenuti ambientali che contraddistinguono l'identità del monumento. Modificare tale identità ambientale non è molto diverso dal modificarne altri componenti formali, anche se i ritardi della cultura architettonica in questa direzione possono spiegare (non giustificare) queste elusioni. L'eclettismo della critica, che si limita a esprimere una valutazione estetica, pubblicando qualsiasi tendenza architettonica senza entrare nel merito della sua validità complessiva, venduta come pluralismo, non aiuta certo a migliorare la situazione. L'azione intrapresa dalla Guida non si limita però a evidenziare queste carenze, ma offre anche strumenti per superarle. La competenza della progettazione bioclimatica, per il suo essere intrinsecamente regionale, è più adatta della corrente competenza fisico tecnica, tendenzialmente internazionale, a conservare l'identità ambientale dell'edificio storico. La progettazione bioclimatica, inoltre, proprio valorizzando le locali risorse rinnovabili, riduce il fabbisogno di energia (quindi il consumo di quelle non rinnovabili e pure rinnovabili) e il conseguente inquinamento. Essa presenta dunque l'ulteriore vantaggio che possiamo definire efficienza energetica.

Figure. Abbiamo trattato il tema della barchessa veneta in un convegno a Vicenza, chiarendo proprio i contenuti ambientali dell'architettura. Vi sono barchesse informali e formali, palladiane, sono riconoscibili i diversi linguaggi di fronte a contenuti ambientali simili.

In questa direzione, congruente con la sostenibilità, l'edificio storico costruito prima della recente involuzione impiantistica, costituisce un modello di comportamento progettuale fondamentale. Esso andrebbe preservato, anche solo per i saperi incorporati nella sua architettura, per le conoscenze che contiene sulla propria capacità di rispondere alla specifica identità dei contesti climatici nei quali si trova. Come abbiamo potuto dimostrare per il Trentino, l'edificio storico non solo è integrato nel proprio contesto ambientale ma, per coloro che ne conoscono i codici interpretativi, esso è pure in grado di comunicare quel contesto. Vedendo gli edifici è possibile risalire alla particolare regione climatica cui essi appartengono[9].

Esiste una pratica che è possibile adottare per esplicitare quei codici che consentono di leggere nei monumenti la relazione che esiste tra l'identità dell'architettura e quella dei luoghi che essa abita.

---

[9] Los. S., Pulitzer, N., I CARATTERI AMBIENTALI DELLARCHITETTURA, GUIDA ALLA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE IN TRENTINO, Arca, Trento 1999.

Questa Guida potrebbe perciò essere non solo utile a coloro che devono intervenire nella manutenzione/restauro del patrimonio monumentale storico, ma anche ai progettisti che devono costruire nuovi edifici nelle stesse aree climatiche, se intendono – come dovrebbero - perseguire una progettazione sostenibile.

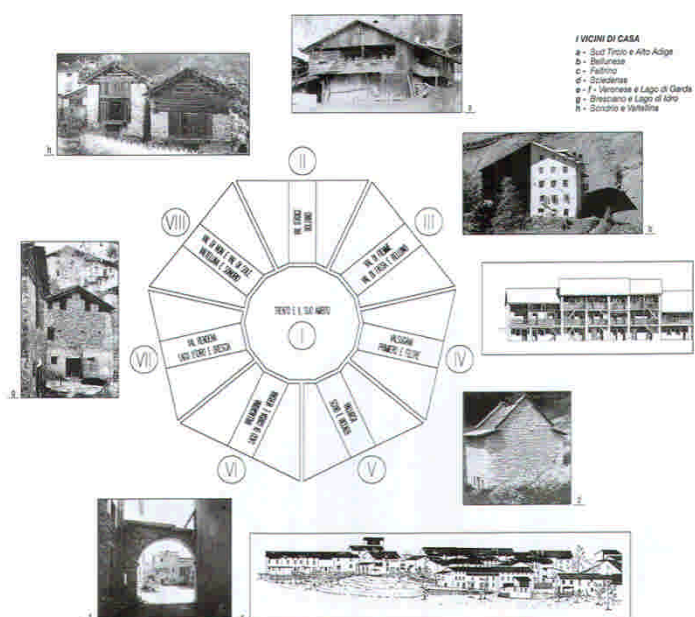



Figure. Chi pensa all'architettura di montagna, laureati in architettura compresi, immagina una casa di pietra e legno che corrisponde allo stereotipo dello chalet svizzero, inventato e pubblicizzato in tutto il mondo dalla nascente industria turistica locale. Recenti studi mostrano che esso non corrisponde neanche alle case di montagna svizzere, ma alla fiction di Heidi. Abbiamo mostrato, distinguendo i linguaggi dai loro contenuti nel libro citato, che in Trentino ne esistono otto per costruire le case, distribuiti nelle vallate e influenzati dai vicini di casa.

1.1.3. Due diverse storie dell'architettura

Anche se le credenze, sia pure molto lentamente, stanno cambiando, il nostro concetto di edificio storico monumentale rimane quello che ha trionfato durante il movimento moderno. Un edificio antiquato nelle prestazioni, costretto da canoni vincolanti nelle forme, progettato da architetti che non potevano godere della nostra libertà estetica e mancavano dei nostri strumenti scientifici ma, soprattutto, non ancora reso emancipato da quell'affermazione incondizionata della creatività individuale che contraddistingue quelli moderni. L'unico motivo per preservarlo è la sua capacità di testimoniare eventi, fatti, idee, di tempi che non possono tornare e di offrire emozioni estetiche da un punto di vista esterno. Per la progettazione attuale, che stenta ad abbandonare l'idea di tabula rasa, esso non presenta qualche interesse al di fuori di quello degli storici e degli esteti, il progettista, pur considerandolo superato, sa di non poterlo sostituire cerca dunque di usarlo per le opportunità che offre, forzandone il riuso. La conservazione pare motivata da interessi prevalentemente documentali, come testimonianza del periodo storico in cui è stato costruito e per questo deve restare disponibile per soddisfare le curiosità scientifiche degli storici.
Chi lo compra vuole però renderlo abitabile secondo i canoni della qualità di vita moderna, che sono essenzialmente quelli del condominio o della villa. Dovrà dunque subire una serie di intrusioni impiantistiche che produrranno quel clima, influenzato dal consumismo, che rovinerà i legni, gli intonaci, i tessuti, allo stesso modo che rovina la salute dei suoi ignari abitanti. Sarà poi arredato in modi capricciosi e offensivi che lo renderanno stupidamente attuale. Per noi, la conoscenza scientifica e la libertà estetica dei moderni è la vera irraggiungibile condizione che ci differenzia da quell'architettura storica che appare appunto antiquata.
È l'evoluzione delle discipline storiche che ha prodotto questa ideologia e allontanato quell'apprendimento dell'architettura che avveniva mediante lo studio degli edifici storici. La storia intesa come lettura degli edifici storici, esercitata da Filippo Brunelleschi, Leon Battista Alberti, Francesco di Giorgio Martini, Andrea Palladio, ecc., per esplicitare la loro grammatica operante e applicarla nei propri progetti, è stata sostituita da un'altra storia intesa come ricostruzione scientifica di fatti storici attinenti all'architettura, che spiegano perché essa possa appartenere soltanto al suo passato e non possa più essere adottata nel presente. Si presuppone che ogni

epoca storica abbia l'esclusiva per una determinata architettura, non applicabile in altre epoche storiche. Basta riflettere sulle tante variazioni del sistema classico che, come una lingua, continuava a essere ri-usato. Questi moderni storici hanno sancito l'essere passata dell'architettura storica. Come arte l'hanno definitivamente seppellita, attribuendole uno statuto documentale di carattere indiziario, mai monumentale, vivo.
Un'architettura senza storia
Il movimento moderno si comporta come se potesse esistere un'architettura operante che non sia storica, che non provenga da un passato la cui distanza dal presente sia tale da permetterne la condivisione da parte di una comunità di progettisti/costruttori. La storia dell'architettura, indifferente alla geografia, viene insegnata tutta dall'esterno, come se tutte le culture fossero equivalenti, e non esistesse una lingua materna architettonica. Può esistere un linguaggio vivo che non sia storico? Che non sia stato usato nella comunità che lo parla da un tempo sufficientemente lungo da farlo condividere? In qualsiasi linguaggio la durata necessaria alla sua condivisione è essenziale come lo è la comunità linguistica che con esso comunica. Non esiste un sistema simbolico privo della durata e della comunità che lo vive comunicando. Il linguaggio, come gli altri sistemi simbolici non è un prodotto dell'individuo ma del cervello sociale[10]. Perché qualche ingenuo ha potuto credere che invece l'architettura fosse differente? Che essa potesse mutare ogni settimana, rinunciando alla storia (quindi alla durata) e diventare strettamente individuale rinunciando alla comunità (quindi alla condivisione)? Forse perché gli ingegneri possedevano strumenti che riuscivano a rendere stabili, climatizzati e illuminati gli edifici anche senza imparare nulla dall'esperienza del passato! Gli strumenti matematici per controllare la stabilità di una struttura, la climatizzazione e illuminazione di un involucro edilizio, sono istantanei e individuali. Ma questi strumenti sono stati disastrosi per l'architettura, essi hanno distrutto la capacità di distinguere la colonna dorica di marmo pentelico dal pilastro quadrato di calcestruzzo, quando portano lo stesso carico. Così sono stati resi stabili, climatizzati e illuminati vergognosi edifici che sarebbe stato molto meglio fossero crollati (senza far male a nessuno, possibilmente), evidenziando così la loro incapacità di essere umani e di insegnare vita. Soprattutto, il loro carattere istantaneo e individuale ha distrutto le città che preservavano i codici storici dell'architettura e le comunità che li condividevano. È stata l'ideologia del progresso ad allontanare dal sistema simbolico la casa intesa come strumento, "machine à habiter", anche se continuamente contraddetta dalla realtà dell'architettura in edifici e città.

1.1.4. Ingegneria & estetica

Per camuffare questa grottesca realtà, l'arte è stata sostituita dall'estetica che, come l'ingegneria, è istantanea e individuale. Anche l'estetica infatti rifiuta la storia e presuppone un giudizio soggettivo. Questi progettisti sdoppiati, che associano estetica e ingegneria, possono operare dovunque poiché sono intrinsecamente internazionali, ma proprio per questo l'architettura è diventata indifferente alle varie culture regionali e uguale dovunque[11]. Mentre l'arte vive in una comunità simbolica che ne condivide i codici, e può farlo soltanto se essa ha una storia, perciò è tendenzialmente regionale, la combinazione di estetica e ingegneria che caratterizza la modernità è internazionale, implicitamente globale, fuori dalla storia e fondamentalmente individuale. Chi mai può preservare monumenti in queste condizioni? Si possono certo conservare, con l'aiuto dei carabinieri, quelle cose murarie iscritte in qualche repertorio, ma non le basi viventi della nostra lingua architettonica, quelle che anche oggi dovrebbero consentirci di comunicare.
Le città sono - come la letteratura - il patrimonio dei testi architettonici che ci consentono di capirci, di comunicare costruendo spazi comuni, architettura civica. Se costruiamo oggetti edilizi isolati, internazionali, individuali e senza storia, come gran parte dell'architettura contemporanea, quella letteratura si perde e con essa si perde il carattere comunicativo delle città che abitiamo. Nei confronti dell'architettura storica occorre modificare radicalmente il nostro atteggiamento e considerarla, come accade per la letteratura, l'unica possibilità di esistenza di un'architettura presente. Diceva Pound che i poeti sono i custodi della lingua, questo vale anche per l'architettura, naturalmente, ma non so se i moderni siano stati i custodi della lingua architettonica, una lingua che dovrebbe essere applicabile nelle nostre città, capace di preservare le loro facoltà comunicative.

---

[10] O. Vilarroya, F. Forn I Argimon, editors, SOCIAL BRAIN MATTERS, Rodopi, Amsterdam 2007; Cozolino, L., IL CERVELLO SOCIALE, Raffaello Cortina, Milano 2008.
[11] Editors of Phaidon Press, TEH PHAIDON ATLAS OF CONTEMPORARY WORLD ARCHITECTURE, Phaidon, London 2004.

Figure. Romanticismo dello stile decostruttivista quello naturale provocato da un terremoto e quello artificiale provocato da un progetto.

1.1.5. Come imparare dall'architettura storica

In questa prospettiva dunque l'architettura storica rappresenta un modello tipologico per l'architettura attuale. Non vi è una speciale progettazione per gli edifici storici, il restauro, semplicemente essi costituiscono la normalità per l'architettura, della quale spesso gli edifici moderni costituiscono una patologica anomalia. Non vi sono due classi distinte di progetti sostenibili, una per quelli moderni e l'altra per quelli storici. Quelli storici rappresentano un modello di comportamento per raddrizzare la progettazione di quelli moderni. Gli edifici storici sono regionali, appropriati al sito, non inquinano, funzionano senza impianti, sono integrati ai tessuti urbani e integrabili, ecc. Una interessante riflessione su queste tematiche, non semplicemente la descrizione di un evento storico ma la promozione id una tendenza viene svolta da V. Scully in un testo dedicato al New Urbanism con il titolo "The Architecture of Community"[12].

Abbiamo affermato che gli edifici storici, sia formali che informali, costruiti prima dell'avvento degli impianti, quasi sempre risolvevano molto bene le questioni della climatizzazione e illuminazione. Sono lì e sappiamo che sono buoni esempi per una determinata regione climatica. Non esistono però strumenti, secondo le correnti teorie della architettura o della progettazione architettonica (la composizione è una buona mediazione tra teorie basate sulle opere e teorie basate sui processi), che consentano di apprendere magisteri da quegli edifici. Questo è il problema fondamentale: come apprendere dalle architetture esistenti a migliorare le nuove architetture, come farlo usando prioritariamente il linguaggio dell'architettura non altri, diversi, linguaggi. Solo dal comportamento degli edifici nel luogo in cui si trovano possiamo apprendere qualcosa di interessante per costruire nuovi edifici, senza commettere errori. Non possiamo copiarli però, come purtroppo spesso succede, talvolta spinti anche dall'equivoco del restauro filologico (che addirittura alcuni storici consigliano, quando non impongono) dove vi sono ricostruzioni da effettuare. Questa del restauro filologico, che imita/riproduce gli edifici del passato e i loro componenti e dettagli, deriva dall'approccio storicistico che si basa sugli stili. Invece di avere una lingua che consente di scrivere con nuove frasi i medesimi contenuti, si copiano le frasi, senza conoscere i loro contenuti. Lo stile non ha contenuti, la sua radice estetica lo priva dei referenti. Secondo questa credenza, ogni epoca storica avrebbe il suo stile e i moderni, anche se a parole vorrebbero distruggere - per superarli - gli stili, non riescono mai a farlo effettivamente. Occorre chiedersi perché ciò accade.

1.1.6. Architettura come sistema simbolico

Il modo per apprendere dagli edifici storici consiste nell'acquisire quelle risposte giuste dagli edifici del passato, ma senza copiarli. Come possiamo estrarre questi saperi senza copiare le forme degli edifici antichi che li incorporano, adottando forme appropriate alle attuali procedure costruttive? Pensando a ciò che succede normalmente nelle comunicazioni verbali, possiamo riscrivere una storia, un argomento, un contenuto, usando un linguaggio diverso da quello originale, parafrasandolo, potremmo addirittura tradurlo in un'altra lingua. Posso leggere dei saperi descritti

[12] Scully, V., THE ARCHITECTURE OF COMMUNITY, in "The New Urbanism: Toward an Architectrue of Community" by P. Katz, McGraw-Hill, New York 1994; si può leggere anche il discorso che sempre V. Scully ha fatto per celebrare il ventesimo anniversario del Pritzker Architecture Prize 1998, AMERICA AT THE MILLENIUM, ARCHITECTURE AND COMMUNITY, in "Modern Architecture and Other Essays, Vincent Scully" by N. Levine, Princeton University Press, Princeton New Jersey 2003.

in una particolare lingua e tradurli in un'altra. In fondo è proprio ciò che vorremmo fare con gli edifici storici. Vorremmo tradurre dei saperi incorporati negli edifici storici in una lingua che sia attuale. Questo si può fare distinguendo i contenuti dal discorso che li comunica, per poter comunicare gli stessi contenuti con un altro discorso. Perché mai non possiamo fare anche con gli edifici quello che facciamo normalmente con i testi scritti in linguaggio verbale? Perché non possiamo farlo con testi composti in linguaggio architettonico?

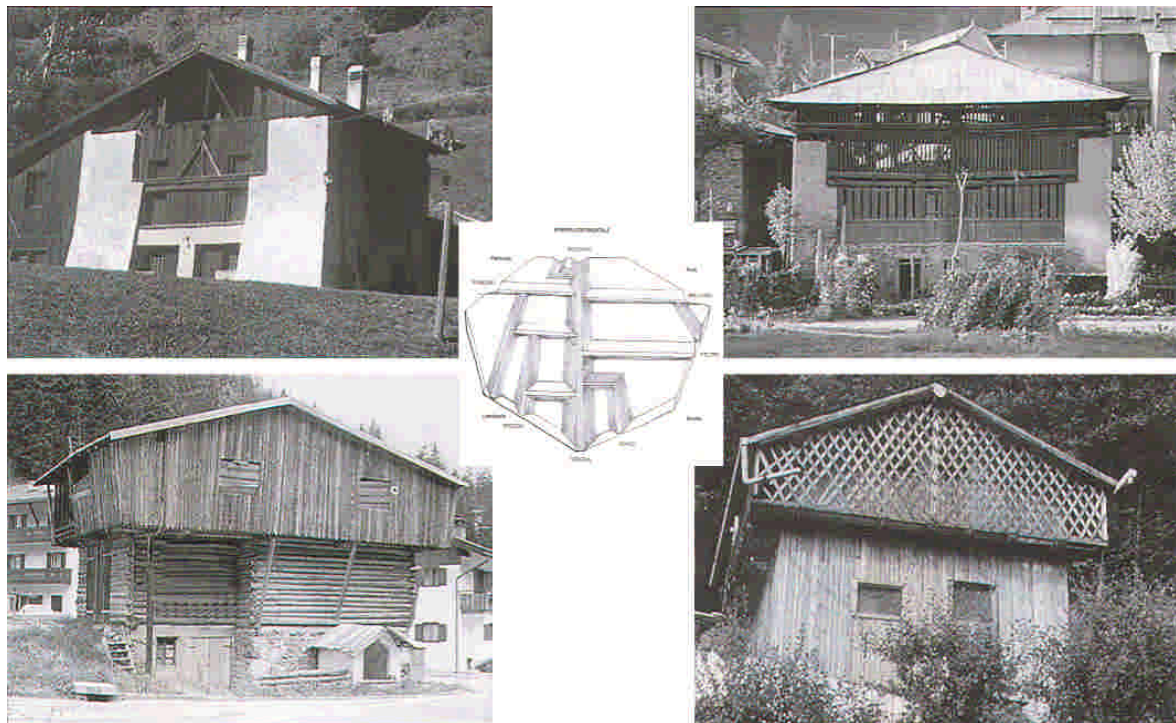



Figure. In questa matrice di figure è possibile distinguere come linguaggi diversi nelle righe rappresentino gli stessi contenuti nelle colonne. La colonna a destra presenta diverse espressioni di edifici in aree umide e piovose che richiedono involucri permeabili alle brezze, vallate nord-sud, quella a sinistra mostra espressioni differenti di edifici in aree secche e soleggiate con involucri orientati e aperti al sole, vallate est-ovest. Interpretando i codici dei sistemi formali usati è possibile associare alle figure delle costruzioni i luoghi cui appartengono. Questa intelligenza del progetto, quasi assente nell'architettura moderna, sarebbe molto utile per migliorare la qualità ambientale interna, consolidare l'identità culturale e risparmiare l'energia.

Per secoli è avvenuto proprio questo, attraverso le tante diverse variazioni del sistema classico. Intanto occorre essere consapevoli che possiamo tradurre soltanto contenuti incorporati in lingue che hanno una grammatica esplicita, in altre lingue che hanno grammatiche diverse ma altrettanto esplicite. Non possiamo farlo con lingue che mancano di tali grammatiche, come quegli stili che caratterizzano la modernità. Intendo parlare di quella modernità che inizia nel XVII secolo e procede coerentemente fino a oggi: il movimento moderno non ha interrotto questa avventura stilistica.

1.1.7. Stili e prestazioni versus sistemi simbolici e contenuti

In architettura è accaduto che i contenuti divenuti funzioni e poi prestazioni sono usciti dai sistemi simbolici dove operavano come referenti, significati, contenuti, e sono diventati invece fattuali, funzioni, prestazioni quantificabili[13]. Contemporaneamente, e contestualmente, i linguaggi, prima motivati dal riferimento a dei contenuti, sono ora diventati gli stili generati dall'estetica, che sono volti a produrre emozioni gradevoli, e anche sgradevoli ma forti, non a generare saperi, conoscenze. Per comprendere questi processi occorre considerare l'impossibilità per gli umani di avere un accesso diretto alla realtà senza mediazioni simboliche. Quanto meno per avere un

[13] Dalla metà del XVIII secolo quando nascono le scuole di ingegneria inizia un processo per trasformare l'architettura in una "building science", allo stesso modo in cui l'alchimia si era trasformata in chimica. Ma non è stato così e nella seconda metà del secolo scorso questo lavoro ha perduto interesse tra i teorici più seri e gli architetti più impegnati. Un libro che presenta questo processo in atto è, Russel Hichcock, H., MODERN ARCHITECTURE, ROMANTICISM AND REINTEGRATION, Payson & Clarke, New York 1929.

accesso consapevole, responsabile, e non semplicemente un'interazione reattiva[14]. È una questione che percorre il movimento moderno emergente da un clima positivistico, lo stesso che genera il funzionalismo, basti ricordare la centralità della Nuova oggettività (la Neue Sachlichkeit) intorno alla dimensione politica dell'architettura.
La combinazione di sistemi simbolici (di forme simboliche) e referenti, o contenuti, gestiti essenzialmente da un solo compositore, si è tradotta con l'architettura moderna in estetiche (gli stili) e ingegnerie (i controlli delle prestazioni meccaniche, energetiche, ecc.) gestiti quasi sempre da due o più operatori e comunque da processi reciprocamente separati poiché appartenenti a strutture epistemologiche radicalmente differenti. Con questo progetto estetico-ingegneristico, l'architettura non può più funzionare come una forma di conoscenza che produce saperi, ma opera come invenzione di formalismi curiosi che colpiscono, emozionano, e applicazione di controlli ingegneristici che ne garantiscono le prestazioni legali, le norme, ecc.

1.1.8. La storia implicita nel linguaggio reso condivisibile dalla durata

Se assumessimo l'approccio simbolico, basato su forme che hanno referenti, quelle forme non potrebbero essere che storiche per avere tali referenti, dovrebbero dunque avere uno spessore temporale, che sarebbe indispensabile per far condividere un repertorio tipologico a una comunità di abitanti/costruttori. In tal caso, gli edifici del passato potrebbero presentarsi come portatori di conoscenze incorporate nei loro sistemi simbolici (sistemi compositivi) e che apparterrebbero ai loro contenuti distinti dai sistemi formali che li realizzano, perciò traducibili anche in altri diversi sistemi simbolici. Potremmo dunque riconoscere e decodificare i contenuti tipologici rappresentati in un sistema compositivo e poi ricomporli usando un altro diverso sistema compositivo. Non avremmo più il problema di copiare quegli edifici, naturalmente, ma neanche dovremmo rinunciare i loro corretti contenuti per evitare l'imitazione. Potremmo dunque comunicare architettonicamente gli stessi contenuti usando un sistema simbolico attuale, diverso da quello che abbiamo decodificato per comprenderli, ma entrambi dotati di una grammatica esplicitata.

1.1.9. Sistema simbolico, grammatica tipologica e città

Una volta acquisito questo punto di vista, le cose diventano molto più chiare[15]. Per esempio, la coerenza di un sistema insediativo permetterebbe di far comunicare contenuti differenti usando uno stesso sistema compositivo condiviso. Renderebbe così coerente una città, altrimenti incomprensibile. Le somiglianze di famiglia che gli edifici appartenenti alla stessa città presentano non sono dovuti alla scarsa immaginazione dei loro progettisti che devono imitarsi reciprocamente perché poco creativi. Esse ricorrono poiché risolvono analoghi problemi di cultura e di clima. Oggi non ricorrono perché i problemi climatici li risolvono gli impianti nascosti e la cultura è resa indifferente dalla estraniazione estetica.
Occorrono a questo punto delle procedure per ricavare da complessi di edifici presenti in determinate città o nelle campagne adiacenti, compresi nella stessa regione climatica culturale - uno strumento progettuale, che ho definito grammatica tipologica, e che consente di estrarre i contenuti distinguendoli dalle figure che li esprimono di una determinata architettura. Si tratta di uno strumento che parte dal superamento di quella confusione, caratteristica dell'architettura moderna, che ostacola la distinzione tra sistema compositivo e contenuti tipologici. Essa confonde questa distinzione semiotica con quella che divide estetica e ingegneria. Mentre nel primo caso, in ogni edificio e in ogni componente sono distinguibili, ma non separabili, figure e relativi referenti, nel secondo caso le configurazioni, gestite dall'estetica, sono completamente indipendenti dai

---

[14] Per comprendere questa prospettiva che considera la conoscenza generata dall'arte equivalente a quella prodotta dalla scienza, si può leggere, Cassirer, E., LA FILOSOFIA DELLE FORME SIMBOLICHE, La Nuova Italia, Firenze 1961; Goodman, N., I LINGUAGGI DELL'ARTE, Il Saggiatore, Milano 1976 e anche, sempre di N Goodman, VEDERE E COSTRUIRE IL MONDO, Laterza, Bari 1988.
[15] L'idea che l'architettura sia un linguaggio ricorre continuamente nelle teorie dell'architettura. Negli anni sessanta molti si occuparono di interpretazioni semiotiche dell'architettura, applicando gli strumenti della linguistica agli edifici. Anch'io me ne sono interessato, partendo da teorici interni alla filosofia dell'arte e all'architettura, che comprendono G. Semper, C. Fiedler e poi E. Cassirer, S. Langer e N. Goodman. Rimando al mio libro, CARLO SCARPA ARCHITETTO POETA, pubblicato dalla CLUVA a Venezia nel 1967 e subito dopo distrutto per ragioni politiche. Contiene una interpretazione dell'architettura scarpiana intesa come sistema simbolico per spiegare il suo pensare per figure mediante il disegno e in particolare l'uso poetico del suo linguaggio. Consiglio di leggere un libro recente che propone una interpretazione dell'architettura moderna, da Boullée a Louis Kahn, in termini di facoltà rappresentazionale quindi intesa come sistema di segni dotati di referenti, Levine, N., MODERN ARCHITECTURE, REPRESENTATION AND REALITY, Yale University Press, New Haven 2009.

controlli a posteriori effettuati dall'ingegneria, ma in un edificio, o nei suoi componenti, non sono più distinguibili queste due dimensioni del progetto.
La torre di Babele è una buona metafora di questa confusione delle lingue che ha provocato l'interruzione della sua costruzione e l'esplosione delle nostre città. Occorre dunque esplicitare le grammatiche delle lingue architettoniche per decodificare i contenuti dei loro testi, e pure per tradurli in altre lingue civiche attuali[16].

1.1.10. Quattro contenuti del sistema architettura

Quali sono i contenuti delle lingue architettoniche? Sono quelli già definiti da Vitruvio due millenni fa: contenuti costruttivi (firmitas), organizzativi/distributivi (utilitas), formali/stilistici (venustas), ripresi fino a C. Wren: firmness, convenience, beauty, ai quali ho aggiunto negli anni ottanta i contenuti ambientali, spiegando anche perché non potevano emergere prima come autonomi, anche se erano presenti negli altri tre. Dunque contenuti o caratteri costruttivi, organizzativi, formali e ambientali[17].

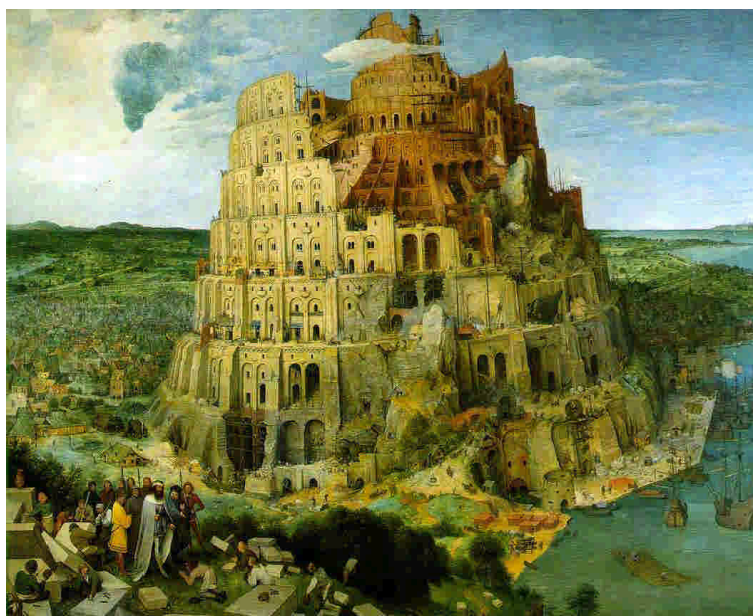



Figura. La torre di Babele resta una metafora efficace della confusione delle lingue.

Sarà utile distinguere poi i contenuti organizzativi e ambientali (i vuoti), che costituiscono pure i requisiti delle istituzioni che commissionano gli edifici e i requisiti dei luoghi dove vengono edificati, dai contenuti costruttivi e formali (i pieni) che sono più connessi con la pratica dell'architettura e possono offrire alternative diverse a uno stesso sistema tipologico organizzativo ambientale. I requisiti dell'abitante riguardano il sito e l'istituzione, le risposte dell'architetto sono articolate prima in contenuti ambientali e organizzativi poi in contenuti costruttivi e formali.
Davanti a un edificio storico dovremmo leggerne i contenuti, prima ambientali e organizzativi poi costruttivi e formali, considerandoli come risposte pertinenti e appropriate a questioni riguardanti il sito e l'istituzione. Questa Guida si occupa in particolare dei contenuti ambientali dell'architettura storica a varie scale, edifici e città.

1.1.11. L'architettura civica come sistema architettura

Tutto questo è supportato da un determinato sistema compositivo che appartiene alla comunità architettonica operante in una determinata città non all'individuo progettista, la cosiddetta architettura della comunità (ovvero comunitaria). Molto meglio per denominarla la mia definizione di architettura civica[18], formata dalla rete di spazi urbani, che combina la definizione di architettura

[16] Los, S., Pulitzer, N., I CARATTERI AMBIENTALI DELL'ARCHITETTURA, op. cit.
[17] Los, S., I CARATTERI AMBIENTALI DELL'ARCHITETTURA, Introduzione al libro, Marston Fitch, J., "La Progettazione ambientale", Franco Muzzio, Padova 1980.
[18] Los, S., DISEGNI E COSTRUZIONI DI ARCHITETTURA, numero monografico della rivista Parametro n 174, IX 1989

civile del Milizia con quella di arte civica del Sitte[19]. Il sistema simbolico è l'architettura civica, che i moderni hanno distrutto rendendola un ammasso di edifici isolati e disintegrati, non dialoganti. Non può essere naturalmente il sistema dei linguaggi individuali degli archistars, gli idioletti che per essere autobiografici sono non condivisibili.

Nell'internazionalizzazione dell'architettura, nella perdita della storia e della comunità civica che la condivideva, abbiamo perduto molti saperi. Invece che progettare involucri adatti ai luoghi, si disegnano edifici che gli stili dell'estetica rendono uguali dovunque e poi, dato che sarebbero pericolosi e inabitabili, si deve correggerne le prestazioni con impianti artificiali di climatizzazione e illuminazione e rinforzi strutturali nascosti. Con questo, oltre che consumare risorse non rinnovabili a termine, abbiamo immesso nell'aria che respiriamo un insopportabile, velenoso inquinamento, cui solo la nostra demenziale stupidità riesce ad abituarsi. Con un graduale allenamento, ci siamo rassegnati, a vivere nella merda.

1.2. SEZIONE B – Programmi operativi

1.2.1. Programma e progetto

Ogni intervento di riqualificazione inizia con un programma e un progetto. Il programma pone delle questioni cui il progetto fornisce delle risposte. Non sempre i committenti sono in grado di formulare in modo soddisfacente e completo questo programma quindi, quando manca, il progettista dovrebbe sapere come svolgere le necessarie integrazioni poiché un buon progetto non può emergere da un programma incompleto o addirittura sbagliato. Vi è in alcuni paesi una distinzione fra le attività e programmatiche e quelle progettuali, tanto da far esistere studi che svolgono soltanto attività di programmazione del progetto, lasciando ad altri il progetto vero e proprio. I problemi posti dalla Guida, che riguardano i contenuti ambientali dell'architettura storica, richiedono una particolare attenzione alle pratiche di programmazione poiché molte delle questioni che riguardano una corretta progettazione sostenibile si basano su attività da svolgere nell'ambito della programmazione del progetto.

In qualsiasi lavoro progettuale, la programmazione affronta due sezioni principali, articolate in varie sottosezioni. La prima riguarda i requisiti posti dal contesto e la seconda i requisiti posti dagli abitanti, considerati in termini di istituzioni e non individualmente. L'edificio dura sempre più del suo abitante oppure cambia abitante, e quindi il programma deve caratterizzare i requisiti delle istituzioni più che delle persone che le rappresentano temporaneamente. Se questo non valeva per l'edificio del funzionalismo che era rivolto primariamente alle funzioni dell'individuo e indifferente al luogo, vale per l'edificio bioclimatico dato che esso risponde al luogo dove si trova che non può cambiare piuttosto che alle mutevoli destinazioni d'uso che mutano molte volte durante il suo ciclo di vita.

1.2.2. Requisiti del contesto e dell'istituzione

I requisiti del contesto comprendono tutte le caratteristiche climatiche e luministiche, l'orografia del luogo, la vegetazione, la cultura architettonica locale, la struttura del tessuto urbano, la pianificazione urbanistica, le normative, ecc. Particolare attenzione va posta al microclima esistente poiché il progetto mentre non può modificare il clima, può attraverso determinati accorgimenti modificare il microclima del sito. I microclimi delle città, intendo quelli che caratterizzano le reti di spazio urbano, o meglio di architettura civica, sono molto variabili in rapporto all'orientamento delle strade e alla loro esposizione. Vi sono metodi e strumenti da rendere disponibili collettivamente tutte queste informazioni utili a compilare il programma di progettazione, dato che esse possono essere condivise da molti architetti e i compensi previsti dagli ordini professionali difficilmente consentirebbero di acquisirle individualmente. Per quanto riguarda questi requisiti la Guida potrebbe proporre sia strumenti per acquisire queste informazioni, per la loro organizzazione e gestione, ma anche le informazioni direttamente utili a programmare correttamente i vari progetti.
I requisiti che contraddistinguono le istituzioni, che dovrebbero abitare il luogo previsto per l'intervento, comprendono invece, per quanto riguarda i contenuti ambientali dell'architettura, le condizioni operative di benessere, caratteristiche di tale intervento. Vi sono revisioni in atto nella definizione dei criteri per stabilire le condizioni di benessere, che sarebbe utile evidenziare; vi

[19] Milizia, F., PRINCIPI DI ARCHITETTURA CIVILE, Gabriele Mazzotta, Milano 1972; Sitte, C., L'ARTE DI COSTRUIRE LE CITTÀ, Jaca Book, Milano 1953.

sarebbero anche ricerche da svolgere direttamente, motivate dall'ambito specifico delle regioni che riguardano la competenza della Guida[20].
Le condizioni di benessere negli spazi aperti sono generalmente poco analizzate e dovrebbero essere approfondite, soprattutto in un paese come l'Italia dove la vita all'aperto, per le particolari condizioni di clima, sono molto importanti. Anche qui occorrono nuove ricerche che i Metadistretti potrebbero promuovere, ben giustificate dal consistente patrimonio delle città storiche italiane, che potrebbero diventare laboratori di sostenibilità.
I modi di vita all'interno degli edifici storici, i quali soffrono enormemente per gli impianti di condizionamento dell'aria installati dovunque, dovrebbero essere indirizzati da conoscenze sugli effetti negativi che tali impianti producono, non solo sull'edificio ma anche sulla salute degli abitanti. Le istituzioni impegnate nella conservazione del patrimonio storico dovrebbero essere sicure che la presenza di certi impianti non compromette lo stato di tale patrimonio. Il senso di benessere non è solo l'esito di condizioni fisiche, ma dipende pure da consuetudini, più influenzate da ideologie che da conoscenze sperimentate. Naturalmente, non possiamo pensare a eventuali norme prescrittive, che otterrebbero l'effetto contrario, ma a norme elettive che basano la loro efficacia sulla capacità di argomentare e dunque responsabilizzano coloro che le adottano essendone convinti, rendendoli così anche efficaci propugnatori del loro valore [i]. Mentre le norme prescrittive sono dirette all'individuo che deve osservarle, quelle elettive si rivolgono alla comunità che le applica avendole condivise.

1.2.3. I quattro contenuti del progetto

Dopo avere completato il programma, prodotto in parte dalle conversazioni con il committente che esprime le proprie preferenze, i propri desideri e le relative necessità, e in parte dall'esperienza del progettista che conosce molti altri requisiti necessari alla elaborazione del progetto, è possibile pensare il progetto. È evidente che questi due processi non sono mai uno successivo all'altro, ma circolari nel senso che si richiamano reciprocamente per cui è più utile considerarli in gran parte sovrapposti. Lo sviluppo del progetto pone continuamente nuove imprevedibili domande, che richiedono informazioni precedentemente non tematizzate, quindi continui rimandi alle attività programmatiche.
Le risposte riguardano, come abbiamo già visto nella sezione precedente, quattro contenuti che possiamo raccogliere in due gruppi. I contenuti, già tematizzati da Vitruvio, sono stati ripresi da vari trattatisti e hanno caratterizzato secoli di insegnamento dell'architettura, fino agli anni in cui da studente io stesso ho sostenuto gli esami di caratteri costruttivi, di caratteri distributivi e di caratteri formali o stilistici. Con l'aggiunta dei caratteri ambientali sono diventati quattro. L'attenzione per i contenuti ambientali si è effettivamente molto accentuata negli ultimi secoli, per ragioni dettate non solo dalle crisi ambientale ed energetica, ma per molti altri mutamenti intervenuti. Pareva dunque giusto attribuire alla luce, al clima, alla ventilazione, al carattere multi-sensoriale che sta assumendo l'architettura (suoni, odori, tatto, ecc.), un contenuto specifico non identificabile con l'utilitas, o con la spaziosità dei caratteri distributivi.
Anche se la Guida attiene primariamente ai contenuti ambientali dell'architettura storica, è utile identificare le interazioni tra questi e gli altri tre. La razionalizzazione energetica degli edifici risulta influenzata molto più dalla cultura dell'Europa continentale che da quella dell'Europa mediterranea, essa persegue dunque prevalentemente la trasmittanza delle murature, che dipende in buona parte dal loro isolamento, efficace per affrontare problemi di riscaldamento. Vivendo in una regione climatica caratterizzata da clima temperato e dovendo regolare l'involucro edilizio non soltanto nei mesi invernali per riscaldare, ma anche in quelli estivi per raffrescare, dobbiamo essere molto attenti alla loro massa. Questa interessa, nei paesi di clima freddo, più i contenuti costruttivi che quelli ambientali, nel nostro clima invece essa svolge un ruolo fondamentale nel temperare il clima estivo. L'architettura storica è primariamente massiva e quindi è particolarmente interessata a questa integrazione.
Esistono poche conoscenze sul comportamento energetico degli edifici massivi, considerati antiquati nella prospettiva del progresso tecnologico che li vede superati da quelli leggeri, in acciaio e vetro. Ma questi edifici in acciaio e vetro si dovrebbero costruire solo nei paesi freddi, che non pongono problemi di surriscaldamento estivo. Non è un caso che essi rappresentino un'evoluzione dell'architettura gotica che si è sviluppata soprattutto in quelle regioni. Se invece di considerare il

---

[20] Humphreys, M. A., "Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied", Journal of the Institution of Heating & Ventilating Engineers 44, 1976, pp 5-27.

parametro temporale del progresso, dove tutti dovremmo disporci su una stessa linea, con qualcuno più avanti e qualcun altro più indietro, considerassimo il parametro spaziale delle diverse identità culturali, generate anche da differenti ambiti climatici, allora il nostro processo evolutivo, che contraddistingue le regioni dell'Europa mediterranea, seguirebbe percorsi diversi, non comparabili con quelli degli altri paesi che caratterizzano l'Europa continentale. Non dobbiamo misurare con il metro dei paesi freddi la qualità di vita dei paesi temperati, aridi e tropicali.
Si dovrebbero proporre ricerche sul comportamento dinamico degli edifici massivi per poter trattare correttamente le questioni riguardanti la conservazione dell'architettura storica.

1.2.4. Strumenti progettuali informatici manuali

Anche i vari programmi di simulazione che si trovano disponibili attualmente, sono stati sviluppati prevalentemente, se non esclusivamente, per edifici leggeri e sono inadeguati per conoscere il comportamento climatico e luministico degli edifici massivi, come per controllarne efficacemente le prestazioni. Quindi occorre attivare una serie di ricerche per sviluppare specifici programmi di simulazione del comportamento energetico adeguati a comprendere i contenuti ambientali degli edifici massivi. Anche l'UE ha sempre privilegiato le ricerche volte a elaborare strumenti utili a risolvere soprattutto i problemi relativi agli edifici dell'Europa continentale, considerandoli internazionali. Questa è una questione tecnico scientifica ma anche politica.

1.2.5. Il sistema edificio-impianto

Anche per quanto riguarda l'innovazione nel comparto impiantistico è necessario considerare questo predominio delle culture caratteristiche del clima freddo dell'Europa continentale. L'edificio sigillato con impianto di condizionamento dell'aria, è adatto a climi dove si vive prevalentemente all'interno degli edifici. In edifici che come i nostri presentano una vita all'aperto intrecciata con quella all'interno perché il clima è temperato, è molto più interessante un condizionamento radiativo che, controllando la temperatura delle pareti invece che quella dell'aria, permette una frequente alternanza di vita interna ed esterna.
Sappiamo che una buona qualità ambientale richiede che nei mesi invernali la temperatura delle pareti sia maggiore di quella dell'aria e nei mesi estivi sia minore di quella dell'aria: esattamente l'opposto di quanto accade negli edifici moderni di cemento armato o di acciaio e vetro. Proprio il carattere massivo dell'architettura monumentale, sapientemente climatizzata, può offrire questa qualità ambientale, un'opportunità che dovrebbe essere utilizzata se vogliamo conserva re del monumento non soltanto l'immagine visiva, o meglio tele-visiva, ma anche la sua esperienza multi-sensoriale.

Figura. Queste quattro immagini di uno stesso luogo offrono il senso del variare delle stagioni in un clima temperato, che gli architetti prima degli impianti hanno interpretato in tanti diversi modi. Basta pensare alla ricca complessità delle finestre che costituivano uno strumento di regolazione della climatizzazione e illuminazione naturali molto efficace.

Questa vita mezza dentro e mezza fuori, che ci ha resi abitatori di strade - diversi dagli abitatori di edifici che vivono nei climi freddi dell'Europa continentale - ha fortemente contribuito a farci inventare quell'architettura civica, l'architettura di strade, piazze e giardini, che contraddistingue il contributo della cultura italiana all'architettura europea e mondiale. Un'altra caratteristica rilevante dell'architettura storica, ispirata dal clima temperato, che contraddistingue questa vita all'aperto, è la presenza degli spazi intermedi che valorizzano l'alternarsi delle stagioni. I portici, le serre, le pergole, le terrazze, le barchesse, ecc. costituiscono spazi abitati nelle mezze stagioni e più d'estate che d'inverno, che prolungano e caratterizzano la vita della casa o di altre istituzioni. Tutti componenti presenti nell'architettura storica che possono arricchire il repertorio tipologico delle nuove costruzioni. Essi rappresentano soluzioni ispirate dalla sostenibilità ma che possono costituire, per progettisti e imprenditori, innovazioni interessanti da inserire anche nella produzione di case nuove.
Anche la climatizzazione radiante costituisce un progetto di prodotti da immettere nei programmi delle nuove costruzioni, ma sarebbero molto coerenti con i requisiti e le condizioni dell'architettura storica.
Tutte queste attività suggeriscono una evoluzione produttiva molto più vicina all'artigianato e alla piccola e media industria, che formano la risorsa principale che protegge l'Italia dalle crisi economiche internazionali. Occorre studiare come innovare le strutture organizzative di questo artigianato che nella riqualificazione degli edifici storici rappresenta lo strumento più adeguato. La sua flessibilità, che gli consente di produrre su commessa, lo rende competitivo nella manutenzione del patrimonio edilizio, nella quale si pone anche il restauro dell'architettura storica.

1.2.6. Aggiornamento normativo

Vi è poi un ampio settore da studiare con un approccio critico, il settore delle normative, che dovremmo confrontare con i criteri delineati nella Sezione A di questo testo. Molte norme vengono certamente in aiuto nell'aggiornare la riqualificazione degli edifici e dei tessuti urbani storici alle esigenze della sostenibilità. Vi è ancora molta confusione nelle ricerche intorno a questioni recenti, come quelle della bioclimatica e della sostenibilità, la Guida cerca di indirizzare coerentemente i tanti operatori coinvolti, ma il lavoro da svolgere è molto e occorre procedere sistematicamente.
Cito un ambito particolare, per essermi confrontato con questo problema normativo, quello del regolamento edilizio sostenibile. Esistono alcune esperienze che mirano soprattutto a ridurre i consumi energetici attraverso interventi che per essere generalmente applicabili devono essere necessariamente semplici. Si tratta di un ambito che andrebbe affrontato con competenza poiché il suo essere specifico di una determinata località e la gamma multi-scala delle sue applicazioni lo rende efficace nei risultati e generatore di innovative soluzioni architettoniche. Il richiamo nella sezione precedente delle ricerche sulla grammatica tipologica a varie scale potrebbe risultare particolarmente utile in queste tematiche.
Puntando sull'architettura storica, sarebbe importante raccogliere le poche esperienze disponibili sui regolamenti edilizi che hanno rivolto la loro attenzione al patrimonio storico nel suo contesto civico. Vi sono molte città italiane che presentano edifici, strade e piazze, tessuti urbani, monumentali, occorrono strumenti specifici per progettare riqualificazioni dimostrative capaci di motivare cambiamenti sostanziali nelle attuali tendenze produttive. Una istituzione come l'associazione dei due Metadistretti pare la meglio rispondente per affrontare efficacemente queste complesse problematiche.

2. CRITERI DI SOSTENIBILITA' DEGLI EDIFICI ED EDIFICATO STORICO

(a cura di Francesco Marinelli e Fabio Peron)

Il capitolo vuole evidenziare il carattere bioclimatico degli edifici del passato e come questa concezione unitaria e sinergica tra ambiente esterno ed edificio sia da porre a base del progetto di intervento sia sugli edifici storici che su quelli contemporanei.
Dopo questa importante premessa che costituisce la base ideologica sulla quale è stata costruita la linea guida il capitolo entra nel merito e nella evidenziazione dei diversi aspetti che caratterizzano l'edilizia sostenibile nella sua duplice attenzione alla sostenibilità ambientale (ecosostenibilità) ed alla salubrità e confort degli ambienti interni (qualità biologica indoor). Vengono quindi resi espliciti gli elementi caratterizzanti l'edilizia sostenibile in termini di attenzione alla efficienza energetica da trovare principalmente negli elementi costitutivi dell'architettura (qualità bioclimatica), nella salubrità dei materiali e nell'attenzione alle risorse naturali (acqua, suolo, aria, ecc.), nella attenzione alla salubrità ed al comfort degli ambienti interni in termini di qualità dell'aria, comfort termico, attenzione ai diversi fattori inquinanti (voc, radon, elettromagnetismo, ecc.). A fronte di ciascun paragrafo che compone il capitolo una evidenziazione di come i diversi aspetti dell'architettura sostenibile siamo per lo più implicitamente contenuti nel costruito storico e di come vadano adeguatamente letti, esplicitati e poi tenuti a base dell'intervento di manutenzione.

2.1. Progettazione bioclimatica ed efficienza energetica

Negli ultimi 50-60 anni l'aumento della capacità di controllare le condizioni degli ambienti interni attraverso sistemi impiantistici ha portato alla realizzazione di edifici quasi completamente isolati dal contesto climatico-ambientale in cui si trovano. Considerando le capacità tecniche acquisite sufficienti per ottenere, attraverso l'utilizzo di impianti meccanici comunque un buon livello di comfort nella progettazione, si sono trascurate le più elementari norme di una progettazione attenta alla corretta esposizione degli edifici nonché alle prestazioni "passive" dell'involucro edilizio e si è fatto affidamento quasi esclusivamente su un "adeguato" sistema impiantistico.

I primi dubbi sulla validità di questo approccio sono stati posti negli anni settanta, a causa della prima grande crisi energetica, ma non hanno determinato un cambiamento apprezzabile nei metodi costruttivi e non sono riusciti a portare alla formazione di una regolamentazione efficace per la limitazione dei consumi degli edifici. Una seconda fase di interesse per i temi dell'efficienza energetica la si ha avuta negli anni '80 quando si è iniziato a parlare di sostenibilità e qualità ambientale riferiti anche ad una maggiore attenzione nei confronti delle risorse naturali e al modo di relazionarsi con esse.

La spinta decisiva per una rinnovata sensibilità ai temi ambientali e quindi alla necessità di ridurre le emissioni di CO_2 (protocollo di Kyoto) la si è avuta all'inizio degli anni novanta quando si è giunti finalmente a sviluppare delle leggi per regolamentare e rendere energeticamente più efficienti la costruzione degli edifici e l'utilizzo e la manutenzione degli impianti. L'ultima tappa di questo percorso è quella più recente e attuale sviluppatasi come ulteriore risposta alla sempre maggiore consapevolezza della necessità di ridurre le immissioni in atmosfera di gas climalteranti e della limitatezza della disponibilità di fonti non rinnovabili di energia e quindi ai sempre maggiori costi economici e ambientali dell'uso di energia da fonti fossili.

A partire dalla Direttiva Comunitaria del 2002 sull'efficienza dell'uso dell'energia negli edifici (EPBD 92/2002) si è giunti ora anche in Italia allo sviluppo di metodi di intervento più attenti al contenimento dei consumi energetici ed alla obbligatoria certificazione delle prestazioni energetiche degli edifici.

Attualmente si sta cercando di migliorare l'efficienza e l'efficacia energetica degli edifici intervenendo in due direzioni:

- efficientamento energetico del sistema edificio-impianto finalizzato ad una diminuzione dell'energia consumata capace di ridurre la immissione in atmosfera di CO_2 e la dipendenza da fonti di energia fossili;
- investimento in sistemi evoluti di produzione e sfruttamento di energia da fonti rinnovabili.

2.1.1. Clima e progettazione bioclimatica

Volendo dare un quadro prospettico della attuale situazione possiamo evidenziare come le variazioni climatiche attualmente in corso hanno portato gran parte del territorio italiano ed europeo, ad un progressivo incremento delle temperature medie annuali con gradienti di temperatura estiva che portano le condizioni interne agli edifici al di là della zona di comfort.

Di fatto questo significa che tendenzialmente vi è una minore necessità di energia per riscaldamento ma un progressivo incremento dell'uso del condizionamento estivo e dei relativi alti consumi e costi energetici più elettrici e, se questo trend non si inverte, ciò porterà a vanificare gli sforzo oggi in atto per il contenimento dei consumi energetici, con conseguente crescita delle emissioni di CO_2 in atmosfera.

Un fondamentale contributo alla soluzione di questo problema può essere dato dal ricorso ai principi dell'architettura bioclimatica e quindi all'utilizzo di buone pratiche di *progettazione bioclimatica* degli edifici. Questo vuol dire riuscire a capire a fondo e sapere utilizzare i meccanismi del funzionamento bioclimatico e per il riscaldamento invernale e per la climatizzazione estiva.
Il contemporaneo uso di un corretto funzionamento bioclimatico dell'edificio, insieme all'efficientamento degli involucri di fatto riduce la necessità di dover far ricorso a fonti energetiche non rinnovabili e consente alla produzione di energia da fonti rinnovabili di poter essere sufficiente a portare in condizioni di comfort termico il clima interno.

In questo contesto *operare sugli edifici storici*, culturalmente deve significare il riuscire a riscoprire l'originaria modalità di funzionamento energetico dell'edificio per ridare valore al suo comportamento passivo, al suo rapporto con il sole e con il vento, all'uso della luce naturale, all'adozione di sistemi di schermatura e quindi allo scoprirne la reale qualità energetica.

Manutenere un edificio storico significa allora rivisitare le sue originarie modalità costruttive e i suoi dispositivi architettonici (portici, pergole, androni, aperture, schermature, ecc.) esaltandone il funzionamento bioclimatico per mettere l'edificio in grado di "collaborare" con le forzanti climatiche (irraggiamento solare, vento, oscillazioni di temperatura) ed ottenere così migliori condizioni di comfort interno riducendo la necessità di dover ricorrere all'impiantistica meccanica.

Attraverso questo approccio è possibile portare in condizioni di comfort l'interno degli edifici prima che con gli impianti con strategie passive di controllo ambientale quali: l'irraggiamento solare, la ventilazione naturale, la capacità di accumulo termico di materiali ed involucro, la corretta schermatura della radiazione solare, tutte strategie queste che fanno parte del patrimonio di conoscenze del passato e che vanno oggi riscoperte ed attualizzate.
Volendo operare in questa direzione possiamo evidenziare come uno strumento utile a una prima analisi del rapporto clima-edificio è quello introdotto intorno al 1960 da Victor Olgyay e successivamente sviluppato da B. Givoni, costituito dai diagrammi bioclimatici. Tali diagrammi sono utili per evidenziare quali siano le criticità climatiche di un determinato sito e individuare delle possibili strategie passive di intervento da realizzare all'interno degli ambienti in modo da migliorarne il livello di comfort.

La valutazione del clima locale si ottiene riportando sul diagramma bioclimatico i dati di temperatura-umidità per intervalli temporali regolari (orari, giornalieri o mensili). Tipicamente l'utilizzo dei valori relativi ai giorni medi (24 dati orari x12 mesi) da una buona rappresentazione del

clima di un sito. Una nuvola di punti individua e rappresenta le condizioni ambientali e permette di evidenziare eventuali criticità.

Nel diagramma vengono individuate due zone che descrivono le coppie di valori di temperatura e umidità relativa che garantiscono il comfort termico all'interno di un edificio rispettivamente nel periodo invernale (zona CI) e estivo (zona CE); condizioni esterne con temperature elevate e tipologia di vestiario più leggero, rendono più sopportabili le maggiori temperature interne.

Sono poi individuate zone più estese in cui l'adozione delle diverse tecniche di controllo passivo sono in grado di garantire uno stato di comfort anche fuori dalle due zone. I sistemi considerati efficaci, come riportato nella Figura sottostante, sono:

- ventilazione diurna;
- elevata massa con e senza ventilazione notturna;
- raffrescamento evaporativo diretto;
- raffrescamento evaporativo indiretto.

La rappresentazione del clima nel diagramma può essere quindi utilizzata come guida nella ricerca di strategie passive "nascoste" in un edificio storico da riutilizzare.

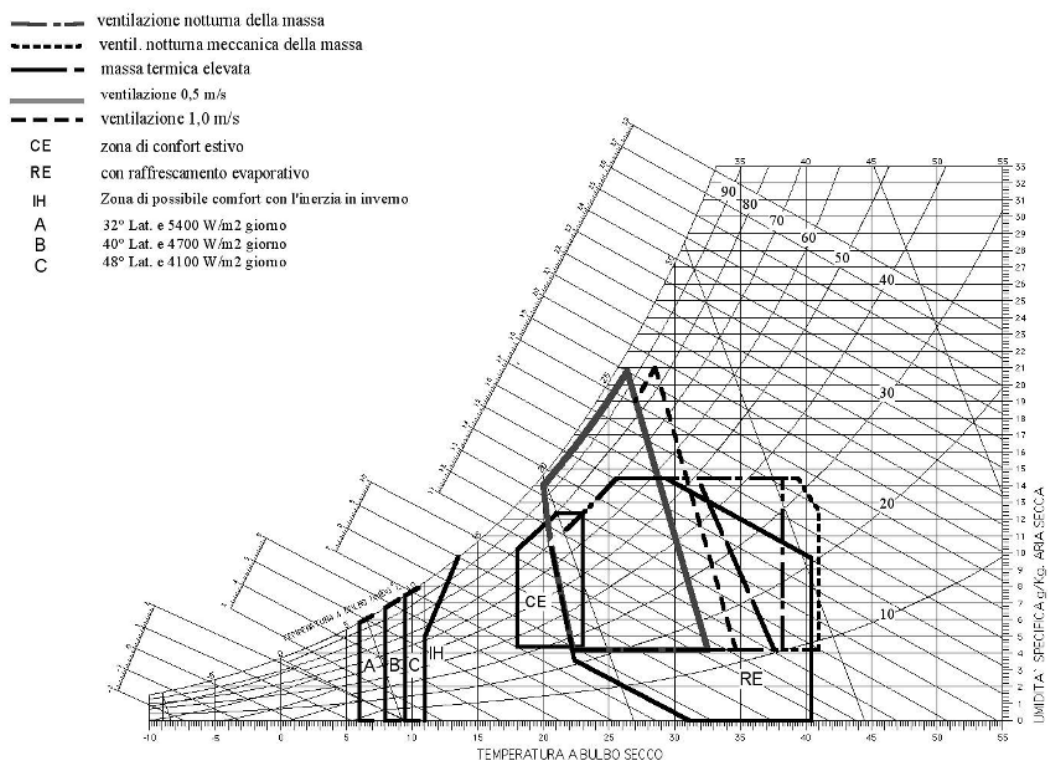



Figura: diagramma bioclimatico di Givoni con indicate le zone di comfort estivo e invernale e le aree di azione di alcune strategie di controllo ambientale passivo.

Volendo contestualizzare quanto detto all'ambito territoriale della regione Veneto si possono evidenziare in esso due macroaree climatiche: zone a clima freddo e zone a clima temperato.

Nelle aree a clima freddo gli inverni sono particolarmente freddi e lunghi, le primavere sono fresche, le estati temperate e gli autunni lunghi. La severità del clima fa si che siano le basse temperature e le condizioni di vento che influenzano la scelta della forma, della posizione, della organizzazione degli edifici. Gli involucri sono molto spessi e si cerca di ottenere il minimo rapporto superficie/volume, di avere aperture di dimensioni limitate, specie sul fronte esposto ai venti freddi invernali.

Nelle aree temperate le estati sono calde e umide e gli inverni freddi. Le due stagioni estreme sono separati da due stagioni di transizione con condizioni miti. Le quattro stagioni hanno durata simile. Gli edifici tradizionali in queste aree sono abbastanza complessi, realizzati pensando alla possibilità di aprirsi o chiudersi verso l'ambiente esterno adattandosi alla variazione delle condizioni ambientali.

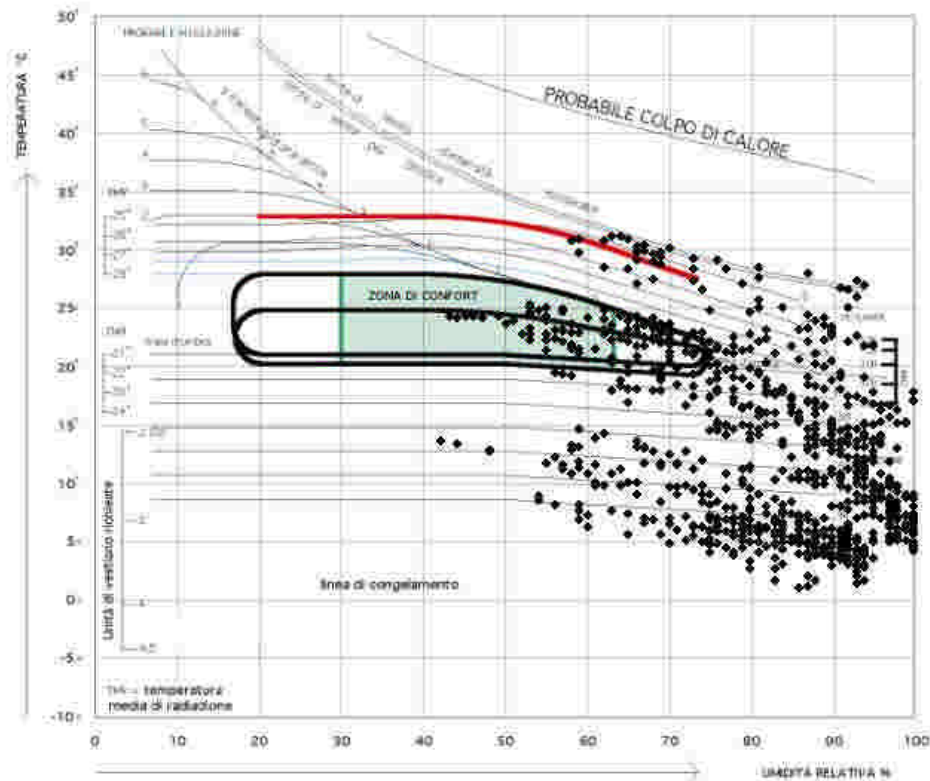



Figura. Analisi bioclimatica per il clima di Venezia utilizzando il diagramma di Olgyay.

Come esempio di architettura bioclimatica è possibile analizzare la tipica casa rurale veneta che ha la sua origine nell'espansione in terraferma durante il 400 della Repubblica Serenissima.
La caratteristica fondamentale è data dal "portego" ricavato direttamente nel corpo della casa e aperto sul piano terreno con una serie di archi, quasi sempre a tutto sesto, e nei complessi più importanti, realizzati con altezze differenti a seconda delle necessità dell'apertura.
Al di là di ogni motivazione estetica chiaramente risulta la pratica utilità di una struttura di tale tipo sia come elemento di protezione dall'azione del clima che come comodo spazio per il deposito e il lavoro all'aperto.

Il clima della pianura veneta può essere classificato sicuramente come temperato anche se il problema climatico più sentito era quello del lungo e rigido inverno.
L'orientazione dell'edificio è sempre lungo l'asse est-ovest in modo da presentare uno dei lati lunghi verso sud in modo da captare nel periodo invernale quanta più energia possibile. Sul fronte nord le aperture sono piccole e limitate al minimo in modo da limitare le dispersioni.
La presenza del portico permette alla radiazione solare di penetrare all'interno dell'abitazione nel periodo invernale quando il sole è basso sull'orizzonte e viceversa impedisce ai raggi solari di penetrare durante il periodo estivo con sole alto sull'orizzonte risolvendo parzialmente il problema del surriscaldamento estivo.
Un secondo elemento di protezione dalla radiazione solare è costituito dalla pergola in genere di vite sul fronte sud e a volte anche su quello ovest e est. Si tratta di una schermatura che permette di regolare ulteriormente l'azione della radiazione solare. I tralci verdeggianti durante l'estate sono in grado di schermare la parete sud mentre durante l'inverno spogli lasciano passare l'energia solare.

Ulteriore elemento di protezione dal sole estivo è il granaio sottotetto, il quale costituisce sia un elemento fondamentale nell'economia dell'azienda agricola in quanto vi viene compiuta una parte dell'operazione di essiccazione, ma costituisce anche un ambiente filtro. Ben ventilato durante il periodo estivo attraverso l'apertura delle finestre permette di allontanare gran parte dell'energia che colpisce la copertura di per se stessa poco isolata. Chiuse tutte le aperture, nel periodo invernale d'altra parte limitava le dispersioni attraverso la copertura e a questo contribuivano anche i materiali ammassati sul solaio.

In generale le architetture storiche sono caratterizzate da un utilizzo estremamente efficiente delle risorse a disposizione in termini di materiali e energia e, a seconda dell'ambito territoriale, climatico e culturale è possibile individuare degli archetipi tipologici e costruttivi ben definiti. La funzione base costante è quella di creare un riparo dagli agenti atmosferici e, su questa necessità agiscono come fattori diversificatori le condizioni climatiche, i mezzi tecnici a disposizione e la struttura sociale.

La riscoperta del funzionamento bioclimatico passivo di un edificio permette di dimensionare meglio il sistema impiantistico e di avere a disposizione ambienti più confortevoli in maniera più efficiente da un punto di visto energetico.

2.1.2. Efficienza energetica, energie rinnovabili e loro contestualizzazione nell'edilizia storica

In Europa quasi il 40% dell'energia prodotta serve alla climatizzazione degli edifici e, se vogliamo ridurre in maniera significativa questa quota di consumi, è necessario migliorare l'efficienza energetica del costruito, cosa per la quale è necessario prevedere una accurata ed approfondita analisi del "funzionamento" termico e degli edifici e dei relativi impianti.

Per poter condurre in modo efficace questa preliminare azione di audit energetico è necessario avere strumenti di calcolo capaci di descrivere correttamente il reale funzionamento energetico degli edifici, cosa che in realtà oggi è praticamente impossibile fare per:
carenze normative relativamente alla definizione di un modello di calcolo pensato per gli edifici storici che consenta una effettiva valutazione del funzionamento delle strutture massive, specie nel loro funzionamento estivo;
mancanza di dati sulle caratteristiche fisico-tecniche e dei materiali e delle strutture di chiusura degli edifici storici.

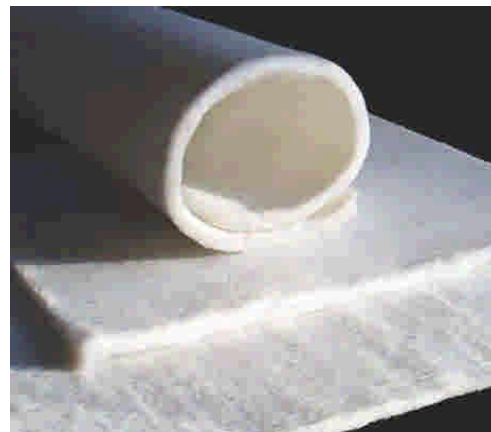
Detto questo, di seguito si ritiene utile descrivere le principali categorie di intervento attraverso le quali è possibile incrementare l'efficienza energetica degli edifici storici, tenendo presente che, ***la prima strategia per ridurre il fabbisogno di energia di un edificio è quella di agire sul suo involucro, andando a limitarne le dispersioni*.**

2.1.2.1. Involucro e superfici vetrate

Per gli elementi opachi significa aumentare il livello di isolamento con l'adozione di spessori di isolante derivanti dai risultati dell'analisi condotta sugli stessi Per la parte trasparente dell'involucro significa adottare sistemi vetrati più efficienti costituiti da vetrocamere con lastre rivestite da film bassoemissivi e intercapedini riempite di gas nobili. Nel caso di edifici storici entrambi le azioni possono incontrare una serie di problemi in funzione del grado di vincolo a cui sono assoggettati.

Il migliore posizionamento dell'isolante è sulle pareti esterne a realizzare un "cappotto" in grado di creare una barriera continua al passaggio di calore, cosa questa che determina elevate prestazioni termoigrometriche ed eliminazione dei ponti termici. In presenza di superfici murarie di pregio e di elementi ornamentali questo intervento è ovviamente non proponibile, resta la possibilità di operare dall'interno con la creazione di contropareti. Da un punto di vista termo-energetico con questa soluzione si hanno risultati meno importanti anche se comunque interessanti, la contropartita è la riduzione del volume utile degli ambienti.

In questi ultimi anni la ricerca ha messo a punto materiali isolanti ad altissime prestazioni (sistemi sottovuoto e sistemi bassoemissivi), la cui adozione nel campo della conservazione risulta molto promettente. L'utilizzo di questi nuovi materiali consente la realizzazione di elevate resistenze

termiche con spessori limitati dell'ordine di un decimo di quelli degli isolanti comunemente utilizzati a parità di prestazione.

Da tenere in considerazione le possibili implicazioni igrometriche degli interventi di isolamento. Intervenire su pareti esistenti con azioni "termiche" ha anche implicazioni sull'andamento della pressione di saturazione e di vapore con possibilità di formazione di condensa interstiziale, questo elemento và accuratamente studiato e possibilmente risolto con l'utilizzo di materiali dotati di una migliore traspirazione e permeabilità.

Un altro possibile intervento, funzione sempre delle caratteristiche dell'involucro e del suo grado di vincolo, è relativo all'utilizzo di termo intonaci a base di calci naturali che, manifestano caratteristiche dei materiali assimilabili a quelli originari.

***Un ulteriore ed importante aspetto da considerare è il comportamento dell'involucro in relazione alle variazioni di temperatura e di irraggiamento. La densità, il calore specifico e la conducibilità dei materiali utilizzati determinano la capacità di attenuare le oscillazioni di temperatura e di immagazzinare energia da parte delle pareti*.**
Nel caso degli edifici storici i paramenti murari di spessori generosi possono avere elevate prestazioni da questo punto di vista, contribuendo a realizzare migliori condizioni ambientali interne e minori consumi di energia. E' necessario allora considerare nell'analisi di una parete anche parametri dinamici come sfasamento, attenuazione e trasmittanza periodica.

Un elemento di involucro, in genere causa di notevoli dispersioni termiche, è costituito dalle coperture sulle quali è necessario intervenire isolandole e dotandole di buona inerzia termica. Nel caso in cui gli interventi possibili sono limitati è necessario ripensare in modo opportuno alle destinazioni d'uso degli ambienti, evitando di porre nel sottotetto attività con specifiche di temperatura troppo stringenti. Il sottotetto dovrebbe essere funzionalmente utilizzato come ambiente filtro in grado di smorzare e sfasare nel tempo le oscillazioni delle temperatura esterne.

Come già detto, intervenire *sulle superfici vetrate può dare un importante contributo dal punto di vista energetico e, da questo punto di vista, le finestre esistenti possono essere notevolmente migliorate*. In generale la situazione di rilevo è quella di infissi a elevata permeabilità e con vetri singoli, il margine di miglioramento è quindi notevole. Qualora non fosse possibile prevedere il posizionamento di nuove vetri più performanti l'applicazione di controfinestre può garantire in ogni caso buoni risultati; operando sugli infissi è possibile ridurre le dispersioni approssimativamente fino a un sesto – un ottavo di quelle originarie.

Grande attenzione và posta alla tenuta all'aria in quanto elevati tenori di umidità interna, conseguenti alla presenza di umidità non controllata portata dalle strutture verticali a contatto con il suolo, può indurre la formazione di muffa. Nel caso di posizionamento di nuove finestre occorre pertanto verificare e controllare anche la corretta aerazione degli ambienti.

2.1.2.2. Produzione di energia da fonti rinnovabili

Nell'affrontare questo delicato problema, si ritiene utile evidenziare come l'attuale possibilità di produrre energia da fonti rinnovabili, attraverso l'utilizzo di una serie diversificata di tecnologie, rende oggi di fatto possibile dare risposte a due diversi ordini di problemi:

1. la necessità di dover *ridurre le emissioni di CO2*
2. la possibilità di rendere gli *edifici praticamente autosufficienti* dal punto di vista degli usi di energia.

Queste due problematiche sottendono ambiti di riflessione e modalità di intervento diversi ma complementari tra loro che è importante conoscere bene prima di pensare ad interventi sull'edificato storico.

Per quanto riguarda la produzione dell'energia da fonti rinnovabili, da un punto di vista strettamente impiantistico, non si hanno grandi differenze nel posizionare pannelli e collettori su un edificio storico o su edifici correnti.
La diversità dell'operare in un contesto storico è essenzialmente legata alla limitatezza degli spazi a disposizione e soprattutto alla difficoltà di inserire elementi tecnologici aggiuntivi senza pregiudicare la componente paesaggistica, dei caratteri dell'architettura e di rispetto della struttura originaria.
Relativamente ai dispositivi di produzione di energia da rinnovabili, innanzitutto per precisare come questi essenzialmente siano in grado di produrre vettori energetici utilizzati per scopi e funzioni diverse:
energia elettrica per la climatizzazione, illuminazione, l'alimentazione di macchine o apparecchi e per la produzione di acqua calda sanitaria
acqua calda per il riscaldamento e per i suoi usi sanitari.

La produzione di queste due diverse forme di energia sottende problemi diversi che riteniamo utile evidenziare e che se correttamente affrontati potrebbe risolvere la maggior parte dei casi in cui il problema si pone.

ENERGIA ELETTRICA
Relativamente alla produzione di energia elettrica, oggi quasi sempre prodotta da impianti a pannelli fotovoltaici, la considerazione utile da produrre è che lì dove è possibile connettersi ad una rete di distribuzione elettrica, non vi è la necessità di produrla in loco e quindi con l'impianto posizionato sulla copertura dell'edificio ma, è tecnicamente possibile produrla in altro luogo, a questo preposto, per contabilizzarne poi la produzione alla utenza di riferimento; si parla, in questo caso di "*scambio sul posto delocalizzato".*
L'attuale forma di incentivo alla produzione di energia elettrica da rinnovabili consente di ottenere benefici economici importanti e l'impedire a chi abita in un centro storico o in un edificio storico di usufruirne crea malumori e ineguaglianze.

In realtà la normativa italiana (Deliberazione 9 dicembre 2009 - ARG/elt 186/09 - Modifiche delle modalità e condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto derivante dall'applicazione della legge n. 99/09 – Pubblicata su G.U. del 15/12/2009), già prevede per i Comuni con popolazione inferiore ai 20.000 abitanti lo scambio sul posto delocalizzato e quindi la possibilità di installare impianti in parti del territorio comunale a questo scopo opportunamente individuate e di consentire a chi installa gli impianti di godere dei benefici economici di legge. L'utilità di questa disposizione è tale che andrebbe portata avanti, a livello nazionale, la richiesta di estendere questa possibilità a tutte le Amministrazioni Pubbliche a prescindere dalla loro dimensione demografica.

Sempre relativamente alla produzione di energia elettrica per evidenziare come lì dove non è ancora possibile attivare lo scambio sul posto delocalizzato, è oggi possibile prevedere metodi di produzione alternativi ai pannelli fotovoltaici, rispetto a questi sicuramente meno impattanti con gli edifici storici, da scegliere in funzione della diversità di situazioni e basati sui meccanismi cogenerativi applicati ad esempio alla produzione geotermica di energia o nell'uso di pompe di calore aria/acqua.

ACQUA CALDA SANITARIA
Per la produzione di acqua calda sanitaria la problematica è più complessa perché l'acqua calda deve necessariamente essere utilizzata lì dove viene prodotta o nelle sue vicinanze, di qui la necessità di riuscire ad individuare soluzioni più articolate e funzionali relative e all'individuazione di possibili e diversificate soluzioni tecniche (dispositivi di produzione) e, alla necessità di predisposizione da parte di ciascuna amministrazione comunale norme specifiche che disciplinino questa possibilità, in particolare per quanto riguarda i pannelli solari termici. Relativamente a questo aspetto per evidenziare quale esempio di buona pratica il Regolamento Edilizio della città di Venezia che disciplina, in accordo con la soprintendenza per i beni architettonici di Venezia e Laguna, l'utilizzo di metodologie e interventi di recupero ecocompatibili e di risparmio energetico consentiti nel Centro Storico di Venezia.

La realtà è che il problema, da un punto di vista tecnico, potrebbe essere risolto alla base se, come in quasi tutti gli altri paesi Europei, anche in Italia si diffondesse la pratica del teleriscaldamento al posto della produzione singola ed autonoma di acqua calda per uso domestico. Se questo avvenisse la produzione di acqua calda avverrebbe in modo efficiente e con il possibile ausilio di fonti rinnovabili in parti idonee del territorio, per poi essere portata con tubazioni interrate ed opportunamente coibentate ai punti di utilizzo, evitando quindi del tutto la problematica.

In ogni caso sia la produzione di energia elettrica che di acqua calda può essere facilitata negli edifici storici, facendo ricorso, in funzione del grado di vincolo degli immobili, a tecnologie più avanzate quali i dispositivi fotovoltaici appositamente studiati per l'integrazione con l'edificato storico, o con il ricorso a pannelli solari termici di ultima generazione, ultrapiatti e più efficienti, entrambe le tecnologie capaci di ridurre in modo significativo i loro potenziali impatti.

Figura: Copertura coibentata fotovoltaica per tetti a coppi (www.thesan.com)

Relativamente ai sistemi di produzione più efficienti di produzione dell'energia attualmente disponibili, si segnalano quelli cogenerativi di piccole dimensioni - ancora poco diffusi nel mercato - e la pompa di calore; una trattazione più approfondita di tali sistemi è riportata alla fine del capitolo.

2.1.2.3. Riqualificazione energetico-impiantistica di un edificio storico

In generale possiamo tracciare un percorso utile come riferimento per l'intervento di riqualificazione energetico-impiantistica in un edificio storico:

1. *Determinare il grado di protezione a cui deve essere sottoposto un edificio* - Per prima cosa è necessario capire bene quale è il livello di protezione attribuito dalla legislazione nazionale e locale all'edificio interessato dall'intervento. Vi possono essere anche situazioni in cui anche al di la dei vincoli imposti committenza e progettisti si danno ulteriori obiettivi di conservazione e ripristino.

2. *Definire l'obiettivo* - E' necessario individuare gli standard energetici che si intende perseguire e le condizioni ambientali che si intende ottenere all'interno dell'edificio in funzione del comfort degli occupanti e della conservazione degli oggetti.

3. *Definizione delle parti storicamente rilevanti* - Devono essere individuati gli elementi determinanti riguardanti la struttura e l'aspetto esteriore dell'edificio. In particolare: facciate, tetti, lucernari, camini, balconi, poggioli, sporti, portali, decorazioni, finestre e porte.

4. *Valutazione energetica dello stato di fatto* - è fondamentale partire da una analisi e valutazione del comportamento dell'edificio prima di qualsiasi intervento andando a individuare le originali strategie di funzionamento. La simulazione numerica risulta un ausilio fondamentale.

5. *Identificazione delle possibili misure di miglioramento energetico* - si deve identificare i singoli interventi compatibili con la conservazione e rilevanti ai fini energetici. L'effetto di queste misure deve essere quantificato e integrato in una visione d'insieme.

6. *Valutazione energetica e ambientale dello stato di progetto* - Si deve verificare il risultato complessivo degli interventi su fabbisogno di energia e condizioni ambientali interne. La simulazione numerica risulta un ausilio fondamentale.

2.1.3. Riscaldamento, raffrescamento e condizioni di benessere negli edifici storici

Negli ultimi decenni si è assistito ad un notevole sviluppo del recupero di edifici storici visti non più solo come beni da conservare, ma come luoghi da riutilizzare e rivitalizzare. Questo pone di fronte al progettista nuove problematiche relative al voler utilizzare un edificio storico, come un palazzo nobiliare, un convento, etc., per funzioni diverse da quelle per le quali era stato progettato e in maniera e condizioni ambientali diverse da quelle in cui è stato utilizzato nel corso dei secoli fino ai giorni nostri. Di qui la necessità di far ricorso ad impianti meccanici ed alla individuazione di una strategia di gestione appropriata allo specifico contesto.

Negli edifici del passato, se si escludono le costruzioni romane, la presenza dell'impiantistica è sempre stata praticamente irrilevante.
Fino all'epoca della rivoluzione industriale il riscaldamento era ottenuto mediante camini, mentre il raffrescamento era affidato, nei nostri climi, all'inerzia prodotta dalla massa muraria degli edifici e da altri dispositivi bioclimatici. Oggi invece si tende a realizzare all'interno degli ambienti un microclima apparentemente più confortevole attraverso l'adozione di sistemi impiantistici per la climatizzazione. Nei manufatti storici l'inserimento degli impianti tecnologici acquista una particolare valenza in quanto deve riuscire a integrare il "nuovo" nell'esistente che spesso è un esistente pregiato.

Pavimento ad ipocausto

Domus Romana

Garantire elevati livelli di comfort in edifici storici solo con l'azione impiantistica non è sempre facile, né possibile e probabilmente opportuno.
Come si è già accennato, *è necessario in fase progettuale capire meglio il funzionamento "passivo" dell'edificio e ricercare una migliore integrazione tra edificio e suo intorno ambientale e quindi adottare o ripristinare dispositivi capaci di migliorarne il funzionamento bioclimatico, come la ventilazione naturale, le schermature solari, la corretta esposizione al sole; solo successivamente e per quanto ancora necessario rivolgersi all'impiantistica meccanica.*

Ciò che in ogni caso bisogna tener presente è che gli impianti di climatizzazione devono essere dimensionati in modo da assicurare un opportuno comfort ambientale, cosa rispetto alla quale verrà prodotta una riflessione più ampia nel paragrafo relativo al benessere ambientale indoor al quale si rimanda.

COMFORT TERMICO
Relativamente al comfort termico, attualmente il riferimento principale è costituito dalla norma ASHRAE (American Society oh Heating and Air Conditioning Engineers) 55-1996: "Thermal environment condition for human occupancy" e dalla norma italiana UNI EN ISO 7730-1997: "Ambienti termici moderati, determinazione degli indici PMV e PPD e specifiche per le condizioni di benessere termico" .

Entrambi queste norme fanno riferimento ad un modello "statico" di benessere termico in cui l'uomo appare come elemento passivo recettore di stimoli termici il cui giudizio è funzione solo come espressione del bilancio termico corpo-ambiente, valevole in qualsiasi tipo di edificio, clima e luogo.

Attualmente questa modalità di rivolgersi al comfort termico è in forte discussione e molti ricercatori ritengono che il comfort termico debba essere messo in relazione ad una molteplicità di fattori attinenti anche alle abitudini, alle attitudini ed al clima locale.

Altro aspetto di cui tener conto è relativo al fatto che l'attuale impostazione progettuale è tesa a ridurre il più possibile la "percentuale di insoddisfatti", cosa che comporta l'individuazione di un set di parametri termici da mantenere invariati nello spazio e nel tempo, cosa possibile unicamente facendo ricorso a soluzioni impiantistiche.

Approfondite ricerche sperimentali hanno evidenziato come i dati relativi alla percezione del comfort siano maggiormente variabili nel caso di edifici ventilati naturalmente e nei quali gli occupanti hanno la possibilità di modificare in autonomia le condizioni climatiche interne.
Si parla quindi di "comfort adattativo" a fronte del quale vanno individuati nuovi valori di riferimento e nuovi modelli di comfort (vedi: mygreenbuildings.org).

Quella dell'adattabilità dell'organismo umano è sicuramente una carta interessante da considerare in quanto, sullo stato di comfort hanno influenza fattori molto diversi tra loro: demografici (sesso, età), condizione economica, fattori di contesto (tipo di edificio, funzione dell'edificio, stagione, clima), condizioni sociali, fattori cognitivi (attitudini, preferenze, aspettative). Il concetto di comfort adattativo sottintende un approccio al confort che coinvolge questi fattori non fisici nella percezione termica.
Il termine "adattativo" può essere generalmente interpretato come la diminuzione della risposta dell'organismo alle ripetute stimolazioni ambientali; in realtà il termine raccoglie tutti quei meccanismi fisiologici di acclimatazione più tutti quei processi comportamentali e psicologici che portano migliorare l'adattamento al clima interno.

Indagini sperimentali hanno permesso di elaborare il diagramma riportato nella figura sottostante, in cui viene riportata per i diversi paesi l'intervallo di temperature in cui gli abitanti hanno definito accettabili le condizioni ambientali. Se ne noti la variabilità.

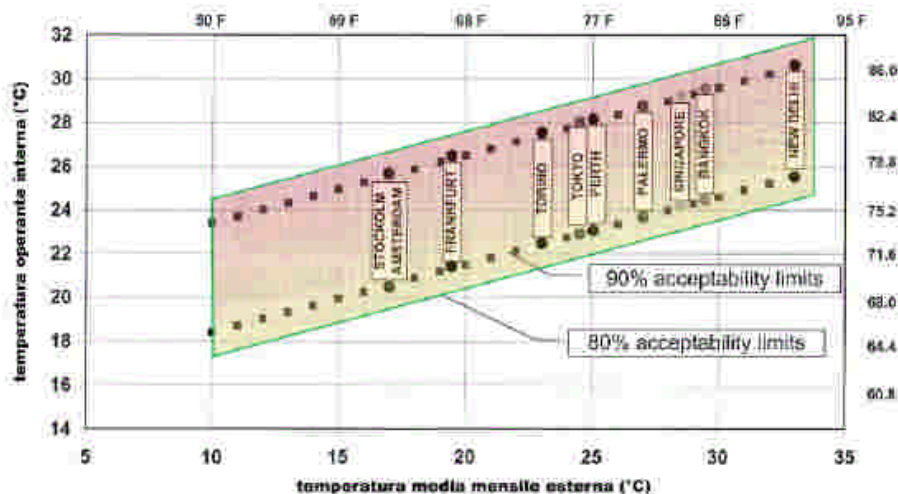



Figura. Variazione delle condizioni di comfort con la variazione della temperatura esterna.

La possibilità di avere condizioni ambientali interne non fisse da inseguire ostinatamente con un sistema impiantistico, ma variabili in un certo range ammissibile è una possibilità che consente di sfruttare meglio il comportamento dell'edificio storico e che dovrebbe essere recepita ed utilizzata quando ci si pone il problema dell'inserimento degli impianti in questi edifici. Si può dire che la minore disponibilità di energia e di dispositivi tecnologici agiva nel passato proprio in questo senso: si sfruttava di più la capacità di adattamento del corpo umano.

Attualmente abbiamo lo possibilità di continuare ad utilizzare l'edificato storico con un ulteriore miglioramento del comfort termico interno attraverso una azione mirata, coordinata e corretta di integrazione di componenti bioclimatiche ed impianti; si può quindi tendere ad un miglior livello di soddisfazione degli occupanti, con un minor uso di componenti meccaniche e contemporanei

minori consumo di energia. Ad esempio con la sola diminuzione della temperatura ambiente da 20°C a 19°C nella stagione invernale si arriva a una notevole limitazione dei consumi, stimabile in circa il 7% di risparmio di energia.

2.1.4. Strumenti di valutazione dell'efficienza energetica: la simulazione energetica

Un edificio è sottoposto all'azione delle forzanti ambientali, radiazione solare, vento, oscillazioni di temperatura e la sua risposta energetica è legata all'interazione di queste con i materiali che lo costituiscono e con i dispositivi tecnici e tecnologici di cui è dotato. Si tratta di un interazione dinamica variabile di giorno in giorno e, di ora in ora, con le tipiche oscillazioni giornaliere e stagionali.

Una modellizzazione completa e quindi la reale possibilità di una conoscenza puntuale e completa dei parametri termici di un tale sistema, sola cosa realmente capace di leggere la qualità energetica di un edificio storico, è cosa abbastanza complessa. A supporto di tale necessità, sono oggi a disposizione di tecnici e ricercatori, software specialistici capaci di eseguire questa modellizzazione e quindi in grado di seguire queste oscillazioni ossia di effettuare simulazioni in regime dinamico del comportamento energetico degli edifici (TRNSYS, Energy+, Esp-r, ...).

Questi strumenti però per ora non sono ancora entrati nella comune pratica progettuale. Di fatto oggi il progettista, seguendo la norma, cerca di ricondurre il comportamento dinamico dell'edificio a condizioni stazionarie e, nel dimensionamento del sistema di riscaldamento, si trascura l'azione variabile della radiazione solare e degli apporti gratuiti interni e si fissa una temperatura esterna.

Si basano su queste assunzioni semplificative - e sono ormai consolidati nei vari stati - anche i metodi di calcolo del fabbisogno di energia invernale (UNI TS 11300-1) connessi con la Direttiva EPBD sull'efficienza energetica e sulla certificazione degli edifici. In questo caso si considerano gli apporti gratuiti in maniera semplificata: si introduce un coefficiente di utilizzo degli apporti solari che rende semistazionario il calcolo e che dipende dalla capacità che ha la struttura di accumulare energia e restituirla in momenti successivi.

Confrontando metodi semplificati e dinamici si riscontra che la variabilità del flusso termico trasmesso attraverso l'involucro edilizio comporta effetti sul bilancio energetico dell'edificio sensibilmente dipendenti dalla diversa capacità termica della struttura edilizia.

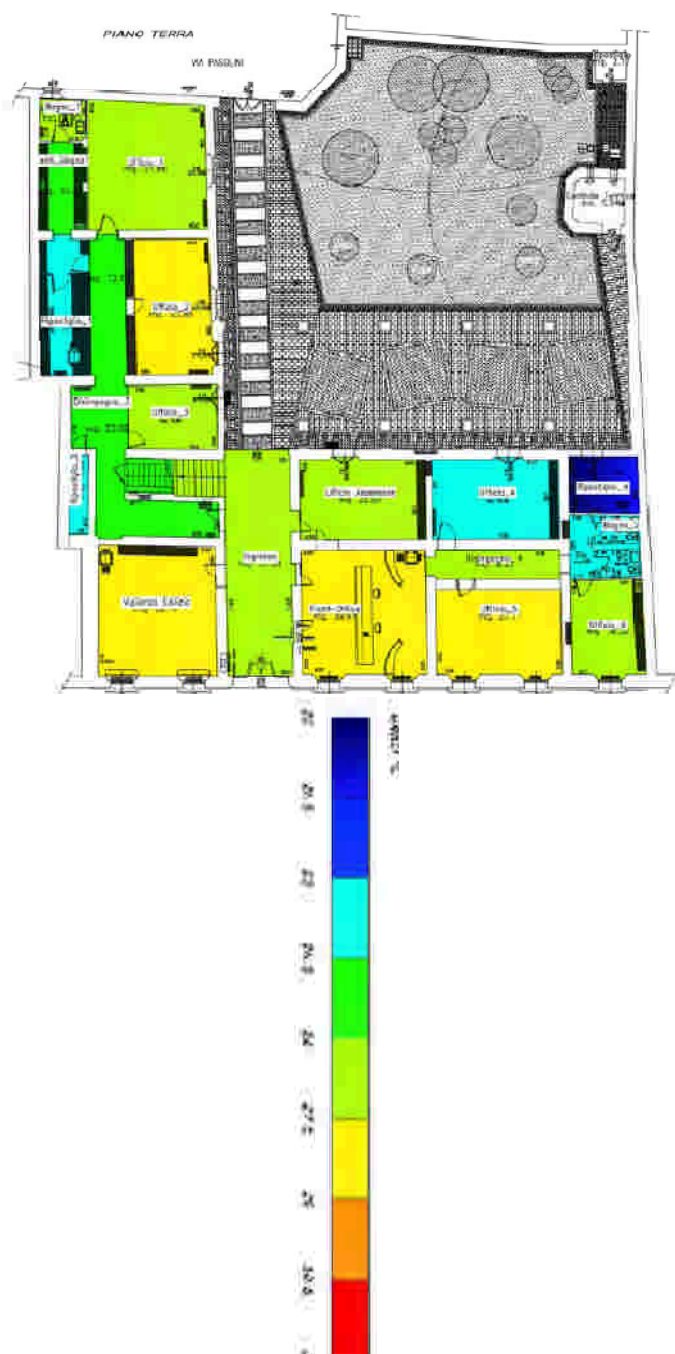



Figura. Simulazione dinamica per un isolato nel centro storico di Faenza

In altre parole la rappresentazione corretta del comportamento di una struttura a grande massa necessità di una descrizione più dettagliata che ne metta meglio in evidenza pregi e eventuali difetti. Queste considerazioni valgono ovviamente per molti edifici storici relativamente ai quali le attuali modalità d'uso o di riuso, per funzioni diverse da quelle per le quali sono stati costruiti e con condizioni ambientali diverse da quelle in cui sono stati utilizzati nel corso della loro vita, pone il progettista di fronte a nuove e complesse problematiche.

L'argomento è stato approfondito nella simulazione energetica in regime dinamico effettuata su edificio storico a Vittorio Veneto (TV) (si veda il Cap. 7 del presente lavoro).

Nel guidare le scelte progettuali risulta fondamentale la disponibilità di strumenti in grado di far prevedere, simulando in fase di progetto, le prestazioni dei diversi sistemi impiantistici e delle diverse soluzioni tecnologiche e costruttive mettendone in luce pregi e difetti e consentendo così l'individuazione del sistema di soluzioni più adatto alle specifiche esigenze.

Nel calcolo del comportamento di un edificio con paramenti murari massivi specie nel periodo estivo, non è possibile avanzare le ipotesi semplificative viste nel caso invernale, con l'adozione di un regime stazionario. E' opportuno e necessario utilizzare modelli dinamici del comportamento fisico-energetico dell'edificio che permettono di verificare in maniera dettagliata e con passo orario l'andamento di flussi di calore e temperature.

Più in generale anche l'analisi di strategie di raffrescamento passivo basate sulla massa richiede di condurre un'analisi in regime dinamico, solo in questo modo si è in grado di valutare in maniera più affidabile le conseguenze di diverse scelte progettuali dando il giusto peso a fenomeni come l'escursione termica giorno-notte, le variazioni giornaliere dell'irraggiamento solare, il regime dei venti e la ventilazione interna.

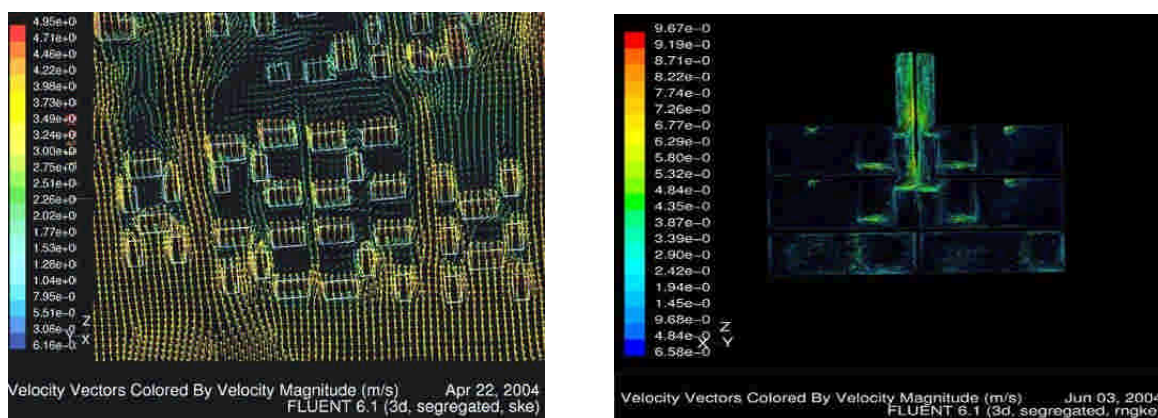



Figura. Analisi dinamica del regime dei venti effettuato con il programma Fluent

2.1.4.1. Proprietà termo fisiche dei materiali dell'edilizia storica: necessità di una banca dati

Un ulteriore elemento che rende critico allo stato attuale la simulazione del comportamento di un edificio storico è la scarsa conoscenza delle proprietà termofisiche dei materiali che ne compongono l'involucro e la struttura.
Le possibili fonti attualmente disponibili sono la norma UNI 10351 che da indicazioni molto sommarie e ricavate su materiali "moderni" e qualche dato reperibile in letteratura su materiali specifici.
Sarebbe necessario avviare una ricognizione e una caratterizzazione dei materiali che si ritrovano negli edifici storici in termini di densità, calore specifico, conducibilità, permeabilità, così come il riscontro, a carattere sperimentale, del funzionamento reale delle principali strutture di chiusura utilizzate nei diversi contesti regionali e locali.

Purtroppo la costituzione di un data base affidabile e efficiente si scontra con la variabilità dei materiali oltre che con la effettiva limitata conoscenza delle proprietà. Prendendo come esempio la pietra che, con il laterizio e la malta, rappresenta il materiale più diffuso nell'edilizia storica italiana, la scelta del materiale lapideo in un fabbricato storico è stata, il più delle volte, strettamente vincolata alla sua disponibilità nel sito, per evidenti motivi di costi e di facilità d'approvvigionamento, nonché alla facilità di commercio e di scambio nel territorio.

Ne risulta un quadro dell'utilizzo della pietra complesso e articolato, in quanto le pietre sono state utilizzate nella storia con finalità diverse in una gamma molto vasta di soluzioni, e questo rende difficile redigere un inventario analitico 'definitivo' sulla natura e sulla distribuzione dei materiali lapidei in uso nell'edilizia storica.

Al fine di valutare le prestazioni energetiche degli edifici storici è indispensabile creare una specifica banca dati dei materiali lapidei, associati a precise caratteristiche fisiche Dopo aver individuato per aree geografiche i litotipi maggiormente diffusi, eventualmente distinguendo sia in quali tipologie costruttive e abitative sono stati impiegati nelle diverse fasi storiche, si propone di raggrupparli in base alla tipologia – famiglia di roccia a cui appartengono, riferendosi alla loro descrizione petrografica fornita dalle norme UNI di riferimento (UNI9724/1-90) .

PARETE	Trasmittanza	3,177	W/m²K		Resistenza termica		0,31		m²K/W
MURO 01	parte interrata		RIFERIMENTO NORMATIVO				PARAMETRI DINAMICI		
			UNI EN 10351	UNI EN 12524			UNI EN ISO 13786		
DESCRIZIONE dall'esterno verso l'interno	STRATIGRAFIA	spessore s	densità ρ	cond.tà λ	cal.spec. c_p	perm.tà δ	trasmit. period.	fat. di attenuazione	sfasamento φ
		m	Kg/m³	W/(mK)	KJ/(KgK)	kg/(msPa)			
1	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			
2	roccia	0,250	2700	2,90	1	/			

Questo modo di operare permette di assegnare a grandi famiglie di litotipi le principali caratteristiche fisiche, densità, calore specifico, e conducibilità previste dalla normativa UNI 10351 E UNI EN 12524 in modo da elaborare una banca dati che consente una facile ricerca delle caratteristiche fisiche dei materiali lapidei più diffusi.

In maniera pressoché analoga si può svolgere lo stesso tipo di attività riguardante gli altri materiali storici dell'edilizia quali il legno, il laterizio, e le malte: ma per quest'ultimi, in particolare, è necessario valutare anche gli elementi che li compongono, fornendo in questo modo una maggior precisione nello stabilire le caratteristiche fisiche.

In parallelo a questa attività di riordino di dati presenti nelle diverse fonti bibliografiche si ritiene necessaria una intensa attività sperimentale che permetta di caratterizzare i diversi materiali singolarmente e anche assemblati in elementi di involucro.

2.2. Materiali edili tra ecosostenibilità e bioecologicità: tradizione ed innovazione

La presente linea guida nell'evidenziare le auspicabili sinergie tra edificato storico ed edilizia sostenibile ha messo in evidenza come nel significato di edilizia sostenibile siano sempre e contemporaneamente da tener presenti gli aspetti della ecosostenibilità ambientale del costruito con quelli della qualità biologica degli ambienti e quindi della loro salubrità e comfort.

Nel pensare al costruito, agli edifici, ovviamente la parte materica che li costituisce e li genera non può essere indifferente a questa doppia caratterizzazione per cui, nell'individuare e prevedere i materiali costituenti l'involucro edilizio, questi vanno ricercati tra quelli che meglio riescono ad evidenziare la loro ecosostenibilità ambientale e la loro qualità biologica.

Questo significa che i materiali da utilizzare per le costruzioni vanno scelti non solo sulla base delle loro prestazioni tecniche e del loro costo economico ma anche in funzione di una precisa

valutazione relativa sia ai costi ambientali legati al loro ciclo di vita, sia in riferimento ai possibili effetti che possono determinare sulla salubrità degli ambienti indoor (possibile rilascio di sostanze dannose per la salute dell'uomo), sia per la qualità e il comfort che con le loro caratteristiche contribuiscono a determinare negli ambienti interni.

Relativamente alla *sostenibilità ambientale* di un materiale possiamo dire che questa può essere individuata a fronte di una corretta analisi del suo ciclo di vita e quindi un materiale sarà tanto più ambientalmente sostenibile:

- quanto minore è l'energia occorrente alla estrazione delle materie prime componenti e per i successivi cicli di lavorazione, per la produzione del materiale finito e per il suo successivo imballaggio, trasporto e distribuzione;
- quanto minore è la produzione di rifiuti in fase di lavorazione delle materie prime, produzione dei materiali, loro utilizzo e successiva dismissione;
- quanto maggiore è la possibilità di riciclare i sotto prodotti delle lavorazioni e, in fase di dismissione o, a fine del loro ciclo di vita, quanto maggiore è la possibilità di un loro riuso o riciclaggio.

Relativamente alla *qualità biologica* dei materiali da costruzione è necessario distinguere un duplice ambito di proprietà, il primo è relativo al contributo all'inquinamento indoor che i materiali possono concorrere a generare, l'altro è funzione delle condizione di benessere psico-fisico che le proprietà fisico, termiche e materiche dei materiali da costruzione possono contribuire a determinare.

L'inquinamento indoor riguarda l'inquinamento dell'aria negli ambienti confinati, cioè nei luoghi all'interno dei quali si svolgono attività umane, siano queste di lavoro, conviviali, di svago o di riposo. Esso può dar luogo a manifestazioni di disagio, di malessere, o a vere e proprie malattie, chiamate "Building related illnesses" (BRI) o "malattie correlate con gli edifici".
I fattori inquinanti che possono determinare l'insorgere di queste patologie sono molteplici: gli occupanti stessi, gli impianti di condizionamento, gli umidificatori, i materiali di costruzione, gli arredi ed i mobili, ecc..
Altrettanto numerosi sono i fattori che possono rendere non idoneo l'ambiente indoor: aria inquinata che proviene dall'esterno; fattori microclimatici; pesticidi (trattamento antimuffa del legno, disinfestanti); composti organici volatili (VOCs, quali benzene e formaldeide), microorganismi; biocidi, particolato aerodisperso, fibre minerali artificiali, fibre di amianto; gas (CO, CO2, NO2, SO2, O3), radon; ecc..
In Italia, a livello nazionale, non c'è una normativa specifica per il controllo della qualità dell'aria indoor negli edifici generici ma a seguito dell'accordo del 27/09/2001, tra Ministero della Salute, Regioni e Province autonome sono state prodotte: "Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" (2001), che riportano tra l'altro linee di indirizzo tecnico indispensabili per la realizzazione di un Programma Nazionale di Prevenzione negli ambienti indoor.

Per quanto riguarda le caratteristiche di benessere e comfort degli ambienti interni in modo generale è possibile dire che i materiali da costruzione contribuiscono ad determinare il clima abitativo in maniera più o meno evidente nei seguenti termini:

- qualità dell'aria interna (emissività di sostanze potenzialmente aggressive);
- clima elettrico (capacità di ridurre la carica di elettricità statica indoor o di non contribuire a determinarla);
- microclima (temperatura superficiale, coibenza, igroscopicità, traspirabilità);
- qualità psicofisiche degli ambienti confinati (colore, odore, sensazione tattile, temperatura, clima acustico, ecc.).

Volendo sinteticamente individuare le caratteristiche generali che, dal punto di vista dell'edilizia sostenibile, i materiali da costruzione debbono assicurare è possibile dire che in particolare questi devono:

- derivare da materie prime possibilmente locali, in quanto generalmente più adatte alle caratteristiche climatiche del luogo; questa opzione comporta anche minori costi energetici di trasporto e conseguentemente un minore livello di inquinamento legato al ciclo di vita del manufatto;
- appartenere alla tradizione costruttiva locale,
- derivare preferenzialmente da materie prime rinnovabili o riciclate.
- abbiano bisogno di poca energia in fase di produzione;
- presentino un ciclo di vita il più possibile chiuso, e quindi essere facilmente riciclabili;
- siano applicabili con tecniche sicure per i lavoratori;
- siano già largamente sperimentati e collaudati;
- avere effetti negativi sulla salute tendenzialmente nulli;
- concorrere positivamente al generare comfort e benessere ambientale;
- essere riutilizzabili, riciclabili o smaltibili con metodi sicuri.

I materiali dell'edilizia storica tendenzialmente manifestano tutte queste caratteristiche e possono quindi essere classificati come materiali per l'edilizia sostenibile.
Ovviamente l'attenzione del progettista nell'utilizzare i materiali deve essere quella di scegliere materiali che rispettano le loro caratteristiche originarie ma siano stati resi coerenti agli attuali standard prestazionali.

Nasce di qui la necessità di una forte capacità del professionista, delle imprese e degli artigiani di sapersi orientare nel mercato per poter scegliere con cognizione di causa materiali coerenti alla tradizione costruttiva locale ma attualizzati all'oggi per quanto riguarda le prestazioni a loro richieste; è necessaria, perciò, una mirata azione di sensibilizzazione, formazione e informazione sulle proprietà dei materiali da costruzione relativamente sia alla sostenibilità ambientale, sia al mantenimento delle originarie proprietà e tipicità, sia, in rapporto alle caratteristiche prestazionali richieste dalle normative.

Dal punto di vista di materiali che possono contribuire a ridurre la pressione ambientale oggi vi sono una molteplicità di materiali innovativi che dichiarano prestazioni ambientali diversificate e del tutto nuove che possono contribuire a migliorare le prestazioni ambientali degli edifici storici oggetto di intervento.

Possiamo prendere ad esempio i materiali di finitura o di rivestimento che manifestano la capacità di assorbire CO2, come i prodotti isolanti che derivano da nanotecnologie che contribuiscono a migliorare fortemente la coibenza delle strutture a fronte di spessori minimi, dell'ordine dei micron per le pitture o di pochissimi centimetri per i pannelli o, come gli intonaci e/o i termo intonaci a base di calci naturali, capaci di migliorare la traspirabilità la coibenza o la capacità deumidificante delle murature mantenendo caratteristiche tipologiche e superficiali assimilabili a quelle dei materiali storici.

Sarà quindi la preparazione dei tecnici, delle imprese e delle autorità preposte alla tutela a far sì che, anche in funzione della tipologia di vincolo a cui l'edificio è assoggettato, sia effettuata una scelta oculata dei materiali da costruzione finalizzata al mantenimento delle caratteristiche originarie dell'edificio a fronte di un significativo contributo alla sostenibilità ambientale ed al benessere delle persone.

2.3. <u>Uso consapevole dell'acqua</u>

2.3.1. Per una nuova cultura dell'acqua

Il tema del recupero delle acque meteoriche e della riduzione dei consumi di acqua potabile è tema centrale nelle politiche di sostenibilità lì dove queste politiche richiedono efficaci azioni di riduzione nei consumi delle risorse naturali, tra le quali l'acqua. Di qui il ruolo e l'importanza di poter assicurare una gestione sostenibile, efficiente ed equa delle risorse idriche, sia a livello internazionale che a livello locale.

Garantire il diritto all'acqua per le future generazioni richiede una forte assunzione di responsabilità e la modifica degli attuali stili di vita, di quasi indifferenza e di grande dissipazione rispetto a questo bene prezioso.
Rispetto a questo problema si è espressa l'Unione Europea e la Comunità Scientifica sottoscrivendo la "DICHIARAZIONE EUROPEA PER UNA NUOVA CULTURA DELL'ACQUA", il cui testo definitivo è stato firmato a Madrid il 18 Febbraio 2005.

Una gestione delle risorse idriche improntata ai principi della sostenibilità, dell'equità e della democrazia rappresenta una delle maggiori sfide della comunità internazionale nel XXIº secolo e noi crediamo che la comunità scientifica debba essere pienamente coinvolta in questo dibattito con un approccio interdisciplinare.

Accogliere questa sfida implica attuare dei cambiamenti profondi nella nostra scala di valori, nel nostro modo di concepire la natura, nei nostri principi etici e nel nostro modello di vita; in altre parole, è necessario un vero e proprio cambiamento culturale che noi abbiamo definito la nascita di una Nuova Cultura dell'Acqua.

Una Nuova Cultura che deve assumere un approccio olistico e deve riconoscere la dimensione etica, ambientale, economica, politica ed i livelli emozionali profondi che ci legano agli ecosistemi acquatici. Sulla base del principio universale del rispetto della vita , i fiumi, i laghi, le sorgenti, le zone umide e le falde devono essere considerati Patrimonio della Biosfera e devono essere gestiti dalle comunità locali e dalle istituzioni pubbliche, in modo da garantirne una gestione equa e sostenibile.

2.3.2. Il cambiamento climatico e le sue conseguenze nella gestione delle acque

Il cambiamento climatico sta causando una progressiva crescita delle temperature e una ridistribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni. Questi processi causano impatti sul ciclo idrogeologico che colpiscono gli ecosistemi che da esse dipendono e questo ci deve portare a combattere il più possibile le cause di questi fenomeni e a prevedere, per il futuro, delle adeguate e migliori strategie di gestione ed utilizzo delle acque.

L'aumento delle temperature e la variabilità delle precipitazioni

Il cambiamento climatico sta influenzando i valori di umidità nel suolo e nell'atmosfera così come il regime idraulico dei fiumi. In molti luoghi, l'aumento delle temperature sta riducendo le precipitazioni nevose e, allo stesso tempo, aumentando le piogge invernali, causando la riduzione delle portate primaverili ed estive dei corsi d'acqua che sono invece maggiori in inverno. La prevista crescita delle temperature medie nella biosfera si ripercuoterà significativamente tanto sulle portate dei fiumi che sulle domande di irrigazione, specialmente nelle regioni aride e semiaride come la regione mediterranea.

Figura. Desertificazione ed alluvioni

Relativamente all'evoluzione del regime delle precipitazioni nelle diverse aree geografiche, esiste già un ampio consenso scientifico sulla previsione generale di una variabilità crescente delle precipitazioni. La sfida che dobbiamo affrontare è quella di essere capaci di studiare le complesse risposte del ciclo idrogeologico e degli ecosistemi legati all'acqua e dovuti ai fenomeni del cambiamento climatico e identificare con urgenza le aree più vulnerabili con il fine di pianificare ed applicare delle strategie adeguate.

Nuove strategie basate sul principio di precauzione

Il principio di prevenzione deve guidare le azioni di risposta ad eventi imprevedibili, da questo punto di vista sia la variabilità climatica che il regime delle precipitazioni sono entrambi caratterizzati da elevati livelli di incertezza e, questo rende difficile, se non impossibile, prevedere in modo affidabile cosa di fatto succederà. Questo deve portare ad assumere dei comportamenti prudenti, responsabili e ponderati: si tratta di gestire il rischio a partire dal principio di precauzione.

L'incertezza, assieme al carattere diffuso delle relazioni causa-effetto in questo tipo di fenomeni climatici globali, tendono a favorire dei comportamenti a un livello collettivo e individuale, simbolizzati dal noto dilemma del prigioniero: "se gli sforzi che ogni individuo deve fare per risolvere un problema non sono supportati dagli altri, saranno inutili; in mancanza di un accordo di solidarietà, e in un contesto di sfiducia, ognuno tenderà a optare per opzioni individualiste simili a quelle che si aspetta che gli altri faranno, collaborando così a costruire la irresponsabilità collettiva basata sulla sfiducia.

La Nuova cultura dell'acqua come espressione di sostenibilità ambientale

Adottare il principio della sostenibilità implica accettare una sfida etica e culturale così come assumere nuovi valori sociali e ambientali che trascendono i soli interessi economici in gioco. L'acqua è e sarà di più un fattore chiave per lo sviluppo economico e per la lotta contro la fame e la povertà nel mondo, per tutto questo l'acqua non può continuare a essere amministrata come un semplice bene economico. Le funzioni ecologiche e i servizi ambientali generati dai fiumi, dai laghi, dalle zone umide e dalle falde, così come i valori socio culturali e degli usi a questi sottesi, devono essere riconosciuti e valorizzati. Considerare e gestire questi ecosistemi come semplici canali o magazzini di acqua è inaccettabile, cosi come sarebbe inaccettabile considerare i boschi come semplici magazzini di legno.

2.3.3. Acqua e Centro Storico

La storia della civiltà è la storia dell'acqua e questo soprattutto da quando l'uomo ha cominciato a vivere nelle città; non esiste possibilità di vita se non in presenza d'acqua e quindi le città devono avere tutte una buona disponibilità di acqua.
Le civiltà più remote, non avendo le capacità necessarie per trasportare le acque a distanza, furono costrette ad insediarsi nelle loro più immediate vicinanze in modo da riuscire ad utilizzarle adeguatamente.

La capacità di controllare e modificare il naturale decorso dei fiumi, di stoccare e conservare le acque, di renderle fruibili in modo diffuso all'interno delle città fa parte di uno sviluppo tecnologico avvenuta nel corso dei millenni e che vede nella civiltà romana un punto di arrivo. A Roma si assiste ad un importante progresso tecnologico che porta ad una evoluzione generale del sistema acquedottistico sia per quanto riguarda la captazione delle acque sia relativamente alla loro adduzione e distribuzione, capacità tecnica applicata in tutto il territorio dell'impero e, relativamente a questo basti pensare alle città romane e ai grandi acquedotti che arrivavano a Roma.

In realtà non basta che ci sia acqua ma è anche importante avere *consapevolezza della qualità dell'acqua* da utilizzare per i diversi scopi a cui questa viene destinata; anche in questo, i Romani sono stati anticipatori e attraverso gli scritti di Vitruvio e Frontino ci hanno lasciato testimonianza di criteri di classificazione delle acque che ancora oggi sono pienamente validi. In ogni caso i Romani prestavano una particolare attenzione alla qualità dell'acqua utilizzata per uso civile.
L'acqua veniva scelta in conseguenza di molti fattori quali: la posizione delle sorgenti, la sua purezza, il suo sapore e la sua temperatura, nonché su considerazioni generali sullo stato di salute delle popolazioni che vivevano in prossimità delle sorgenti e dei corsi d'acqua. Anche nella destinazione finale si teneva conto del fattore qualitativo: mentre le acque sorgive, di migliore qualità, erano destinate alle fontane pubbliche ed alle ville imperiali, quelle di qualità ritenuta inferiore, venivano utilizzate per l'irrigazione ed altri usi non potabili. Per gli impieghi tecnologici, come l'azionamento dei mulini, venivano utilizzate essenzialmente le acque di recupero, come quelle scaricate dai centri termali.

Relativamente alle acque da bere, di fatto solo nel 1700 iniziarono ad essere elaborate le prime basi scientifiche per stabilire i criteri di potabilità delle acque e, solo nella seconda metà del 1800 si diffusero gli studi sulle caratteristiche delle acque ad uso umano.

Nella legislatura italiana la prima legge che regolamentava l'uso delle acque potabili è stata la legge sanitaria Crispi-Pagliani del 1888, con questa legge si obbligavano i comuni a dotarsi di acqua potabile "pura e di buona qualità" e questo a seguito di un'inchiesta sull'approvvigionamento idrico italiano che, aveva messo in luce come nel 1884 solo la metà dei comuni italiani fosse dotata di condutture per la distribuzione di acque potabili. Un excursus sulla normativa del '900 conduce, infine, alla legislazione attuale e ai criteri guida forniti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per l'individuazione dei valori limite dei parametri di qualità delle acque potabili.

Ovviamente anche in assenza di criteri scientifici di potabilità delle acque i centri storici sono sopravvissuti sino ai nostri giorni solo grazie all'uso oculato e prudente delle fonti di approvvigionamento idrico. Quanto sopra vale soprattutto per quanto riguarda i centri storici privi di rilevanti risorse idriche limitari, lì dove la raccolta delle acque meteoriche sia dalle coperture (uso privato) che dalle vie e vuoti urbani (uso pubblico) rappresentava un modo importante per assicurare la possibilità di sopravvivenza della città.

A testimoniare questa capacità di prelievo e di uso delle acque urbane è possibile citare la città di Siena con i suoi "Bottini" una incredibile rete sotterranea di canali, cisterne, punti di presa, che riesce a raccogliere le acque che dal centro città si infiltrano nel sottosuolo grazie alla buona permeabilità delle sabbie e dei conglomerati marini di età pliocenica (dai senesi impropriamente appellate "tufo") che affiorano estesamente a Siena e nei suoi dintorni.

L'esperienza di Siena rappresenta in Italia sicuramente un punto di apice in questo tipo di captazione ed utilizzo di questa tipologie di acque ma, in realtà tutte le città avevano dispositivi analoghi a quello dei "Bottini" senesi e quindi sistemi di presa e di utilizzo delle acque assimilabili a quelli Romani e Senesi. Oggi praticamente tutti i centri storici, hanno abbandonato l'uso delle originarie fonti di approvvigionamento idrico via via che si è diffuso l'uso degli acquedotti.

Ovviamente è impossibile pensare ad un uso potabile di questa tipologia di acque, è invece possibile pensare al possibile reimpiego di queste acque per scopi compatibili con le loro caratteristiche qualitative come ad esempio l'irrigazione di aree pubbliche o private, l'alimentazione di fontane ornamentali, l'utilizzo per lavaggio strade, l'utilizzo in attività di pubblico servizio.

Figura. i *Bottini* di Siena e uso delle acque recuperate

Oggi non è più possibile ignorare queste potenzialità idriche e và valutato di volta in volta come riutilizzare le risorse idriche recuperabili nei centri storici riattivando magari gli antichi percorsi dell'acqua ed individuando in modo precipuo il modo in cui è possibile utilizzare le acque così recuperate e questo costituirebbe una nuova rivoluzione culturale nell'uso dell'acqua.

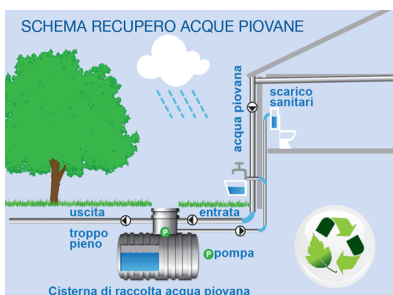
Una riflessione và fatta sulle caratteristiche delle superfici stradali lì dove solitamente le antiche pavimentazioni erano di fatto o permeabili, perché non cementate e poste direttamente sul terreno o prevedevano la raccolta locale delle acque.
Oggi la presenza del traffico veicolare rende difficile ipotizzare l'utilizzo delle acque ruscellanti e, volendo ripristinare la raccolta delle acque dei centri storici bisognerebbe pensare principalmente alla raccolta delle acque meteoriche provenienti dai tetti o dalle corti interne agli edifici.

Una volta scelto di riutilizzare le acque del centro storico andrebbero ripuliti e ripristinati gli antichi percorsi e cisterne, trattarle a livello locale (microfilatrazioni, raggi UV, ecc.) e rese disponibili per gli usi a cui possono essere destinate, inutile dire che và accuratamente prevista la loro gestione e manutenzione nel tempo. In un ottica di gestione sostenibile dei centri storici in ogni caso non dovrebbe più essere reso possibile che l'ingente quantitativo di acque teoricamente captabili vadano direttamente inviate in fogna a costituire solo un problema di smaltimento, senza intervenire per una loro captazione ed attento riuso a livello locale.

2.3.4. Riduzione dei consumi di acqua potabile

La diminuzione dei consumi di acqua potabile, da un punto di vista tecnico e culturale, appare relativamente più semplice ed è possibile evidenziare modalità diverse per arrivare a questo risultato.
Innanzitutto, ogni qualvolta si interviene in modo sostanziale su intere porzioni di edificato bisognerebbe prevedere la realizzazione di reti duali di distribuzione interna delle acque e quindi servire i fabbricati di acqua ad uso sanitario (sciacquoni dei bagni, acque di lavaggio e per irrigazione) eventualmente provenienti dalla riattivazione dei punti di presa del centro storico, oltre che di acqua potabile. Contemporaneamente vanno previsti dispositivi di erogazione dell'acqua che ne riducono le portate e gli usi: cassette di scarico a doppio pulsante, riduttori e acceleratori di flusso, dispositivi di erogazione a tempo, ecc.

L'insieme di tutto quanto sopra è funzionale a restituire una certa autonomia ed indipendenza idrica ai centri storici, nonché ad un uso sostenibile di una risorsa preziosa come l'acqua; a questo scopo può essere utile evidenziare alcuni dispositivi, avvertenze o semplici regole, utili a consentire la riduzione dei consumi di acqua potabile e questo per contribuire non solo a risparmiare una fondamentale risorsa naturale, ma anche per accentuare la cultura del rispetto del "bene comune":

Flusso di acqua da rubinetti e docce: Il flusso medio di acqua in uscita dai rubinetti e dalle docce, esclusi i rubinetti delle vasche, non deve superare gli 8,5 litri/minuto. Il progettista dell'intervento deve quindi prevedere l'utilizzo di erogatori che risultino conformi a questo criterio.

Utilizzo di acqua piovana e/o di acqua riciclata (sanitaria): l'acqua piovana, se possibile, deve essere raccolta e utilizzata per scopi sanitari e non potabili. Il progettista dell'intervento deve presentare una relazione specifica che entri nel merito di questa problematica e di come gli eventuali utilizzi di acqua a scopo sanitario e di acqua ad uso potabile siano completamente separate.

Scarico dei WC: lo scarico dei WC deve essere previsto con accumulo di acqua pari o inferiore a 6 litri per scarico. Il progettista dell'intervento deve quindi prevedere scarichi che risultino conformi a questo criterio (scarichi a doppia o tripla cacciata di acqua).

2.4. Qualità ambientale indoor

2.4.1. Qualità ambientale indoor e benessere ambientale indoor

Nei precedenti paragrafi sono stati brevemente evidenziati i caratteri di sostenibilità ambientale minimi che un edificio dovrebbe evidenziare. Di seguito verranno invece indicati e descritti gli elementi di salubrità e di benessere indoor che devono contemporaneamente essere tenuti in conto per poter correttamente parlare di edilizia sostenibile.

Quella della qualità ambientale indoor e quindi della salubrità e del benessere interno agli ambienti di vita è problematica complessa e di non facile approccio in quanto sottende e si compone sia di elementi di valutazione a carattere oggettivo e quindi misurabili, sia di valutazione a carattere soggettivo e quindi di più difficile quantificazione.

A causa di questa complessità e per cercare di ridurre il carattere di indeterminatezza che la problematica presenta, si ritiene utile fare riferimento a definizioni riconosciute e condivise, almeno a livello nazionale, ponendo a base di quanto segue le *'Linee guida nazionali per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati'* (2001).
Tale documento contiene indicazioni e informazioni fondamentali per la valutazione e la gestione, in termini di sanità pubblica, dei rischi per la salute connessi all'inquinamento dell'aria indoor e indicazioni tecniche per orientare le azioni di prevenzione e controllo di tali rischi.
Ma alla qualità e al benessere degli spazi interni concorrono non solo aspetti legati alla salubrità degli ambienti, ma anche corrette condizioni di benessere psico-fisico legati ad una molteplicità di fattori tutti interrelati tra loro. L'edilizia sostenibile è attenta sia agli aspetti della sostenibilità ambientale sia a quelli della qualità e del benessere indoor, per cui di seguito si ritiene utile identificare, organizzare e analizzare quegli aspetti che influenzano e determinano il benessere globale di un ambiente per poter poi correttamente valutarne la sua qualità indoor, questo tenendo in conto che il benessere ambientale indoor è:
individuale e non collettivo e corrisponde per definizione al soddisfacimento psicofisico di un singolo individuo;
il benessere è globale e non singolare e, nella realtà dei diversi ambienti di vita vari fattori interferiscono fra loro in modo che le percezioni sensoriali si sovrappongono provocando un effetto "sinergico" che dà origine alla sensazione di benessere.
Questo significa anche che le caratteristiche che determinano il comfort indoor possono essere divise tra *quantitative* (qualità dell'aria, inquinamento elettromagnetico e da Radon, qualità della illuminazione, rumorosità, ecc.), poiché misurabili tramite specifica strumentazione e, *qualitative*, perché misurabili solo tramite un'esperienza diretta e personale. Per ciascuno di questi aspetti è quindi necessario indicarne le peculiarità, gli eventuali effetti negativi sull'uomo, i valori limite, se previsti dalle norme, per poter poi arrivare ad indicare come rendere confortevole e salubre un ambiente di vita tramite una corretta progettazione relativa ai diversi ambiti di comfort.
In modo coerente è possibile quindi dire che la qualità ambientale in una edificio fa riferimento a classi differenti, seppure fortemente interrelate, di comfort ambientale indoor, e cioè:
qualità dell'aria;

- benessere termo-igrometrico e corretta ventilazione;
- benessere visivo – illuminotecnico;
- benessere acustico;
- inquinamento elettromagnetico;
- benessere respiratorio olfattivo.

Di seguito si entrerà sinteticamente nel merito dei diversi fattori di comfort ambientale indoor per indicare le attenzioni minime che l'edilizia sostenibile richiede di osservare perché si possa parlare di interventi secondo criteri di qualità biologica e di come questi interagiscono e possono essere applicati negli interventi sull'edilizia storica.

2.4.1.1. Benessere termo igrometrico

Relativamente al rapporto tra condizioni di benessere globale e comfort termo igrometrico, prima di entrare nel merito del presente paragrafo è utile ricordare quanto già detto in precedenza (paragrafo 1.2.2.) ossia di come da un punto di vista tecnico il benessere termo igrometrico si raggiunga solo in una fascia ristretta di valori di temperatura, umidità e velocità dell'aria, e di come

la conoscenza dei parametri ambientali comunque non sia sufficiente per valutare in modo completo lo stato di soddisfazione di un individuo in un determinato ambiente e luogo.

Proprio a partire da questa seconda constatazione le relazioni tra benessere e condizioni termoigrometriche di un ambiente sono state a lungo studiate sulla base di sperimentazioni su gruppi di individui inseriti in uno spazio mantenuto in specifiche condizioni ambientali e sono stati messi a punto degli “indici sintetici” in grado di esprimere la soddisfazione o l’insoddisfazione nei confronti del microclima. In particolare la normativa europea e internazionale (ISO, CEN), in materia di comfort termico fa riferimento agli studi del danese P. O. Fanger e la norma di riferimento è la UNI-EN-ISO 7730.

Sinteticamente si può affermare che le sensazioni termiche nell’uomo sono legate agli scambi di energia tra corpo umano e ambiente, i quali a loro volta dipendono principalmente da:

- temperatura dell’aria;
- umidità dell’aria;
- velocità dell’aria,
- temperatura dell’involucro che contiene l’individuo (temperatura media radiante)
- tipo di abbigliamento;
- attività che l’individuo sta svolgendo.

Vale la pena notare a questo punto come le condizioni di comfort dipendono “termicamente” da due temperature: temperatura dell’aria e temperatura media radiante dell’involucro dell’ambiente considerato. E’ possibile raggiungere comunque condizioni di comfort con diverse combinazione delle due. I sistemi di riscaldamento tradizionali agiscono sull’aria mentre i sistemi a pavimento o soffitto o parete radiante innalzano la temperatura radiante e permettono quindi di abbassare la temperatura dell’aria. Ragionamenti dello stesso tipo possono essere fatti anche per umidità relativa e velocità dell’aria.

In conclusione quando sono fissate l’attività del soggetto, il suo abbigliamento (Icl), e un determinato microclima (ta, va, URa, tmr), è possibile ottenere il PMV, cioè determinare il giudizio che un individuo medio darebbe sulle condizioni di comfort termoigrometrico nell’ambiente. Quando delle sei variabili suddette ne siano fissate solo cinque è possibile stabilire quale valore deve essere assegnato alla sesta perché nell’ambiente si realizzi la condizione di comfort (PMV=0). Delle quattro grandezze ambientali quella che influisce in misura minore sulla sensazione termica descritta dall’indice sintetico PMV è senz’altro *l’umidità relativa,* viceversa quelle le cui variazioni maggiormente influenzano la sensazione termica sono la *temperatura dell’aria* e la *temperatura media radiante*. una progettazione attenta deve riuscire a definire un sistema involucro-impianto in grado di mantenere all’interno degli edifici dei valori delle grandezze ambientali compatibili con il benessere degli occupanti e in questo processo le valutazioni di PMV e PPD sono un valido ausilio.

2.4.1.2. Fattori di discomfort localizzato

L’approfondimento delle esperienze di Fanger ha mostrato che un valore di PMV compreso tra + 0.5 e - 0.5 è condizione necessaria ma non sufficiente per il comfort.
Esiste, infatti, la possibilità che in alcune zone di un ambiente, le variabili che determinano il comfort subiscano delle notevoli variazioni dando luogo a fenomeni che ingenerano condizioni di discomfort locale. Le quattro principali cause di discomfort locale sono state individuate in:

- elevata differenza verticale di temperatura;
- pavimento troppo caldo o troppo freddo;
- presenza di correnti d’aria;
- elevata asimmetria della temperatura media radiante.

Le correnti d’aria possono provocare un raffreddamento locale del corpo umano. Sperimentalmente si è verificato che la sensazione di discomfort da corrente d’aria è influenzata dal valore massimo e dalle fluttuazioni di velocità istantanea. Sono tanto meglio tollerate poi le correnti di aria calda rispetto a quelli di aria fredda e le parti del corpo più sensibili sono la testa, il collo, le spalle e le caviglie.

E' importante tenere sotto controllo anche il gradiente verticale di temperatura. Le differenze di temperatura dell'aria portano alla sua stratificazione: l'aria più calda e meno densa si accumula in prossimità del soffitto mentre vicino al pavimento si trova l'aria più fredda e densa. Una persona può trovare così con parti diverse del corpo a temperature diverse e questo provoca un'indesiderata sensazione di disagio. In particolare si e' potuto constatare che una temperatura dell'aria a livello della testa maggiore di quella a livello delle caviglie può originare discomfort localizzato, mentre nel caso inverso, temperatura a livello delle caviglie maggiore di quella a livello della testa, il soggetto non avverte in genere alcun discomfort.

Figura. Discomfort locale: gradiente verticale di temperatura.

La temperatura del pavimento può creare discomfort locale ai piedi. Questo tipo di discomfort si valuta sia nel caso di persone scalze, sia nel caso di persone con scarpe. Nel caso di ambienti dove si suppone che gli utenti restino scalzi, la sensazione varia in base al materiale con cui è costituito il pavimento oltre che la temperatura di questo. Nel caso in cui gli occupanti indossino le scarpe, il materiale del pavimento non influisce, ma è il tipo di scarpe e calze ad influenzare la sensazione termica. L'indice microclimatico è rappresentato dalla percentuale PPD di insoddisfatti proposto da Olesen e da Fanger riguardo ai soggetti scalzi e con scarpe. La valutazione può essere fatta utilizzando i grafici delle figure seguenti, dai quali si può osservare che la temperatura del pavimento deve essere compresa tra circa 20°C e 30°C.
La sensazione che gli individui provano, nei riguardi della temperatura dell'aria di un ambiente, varia nel caso in cui vi sia una diversa temperatura media radiante delle superfici "viste" dagli occupanti. Questa situazione avviene ad esempio in inverno quando sono presenti superfici vetrate di notevole dimensione; si viene ad avere una dissimmetria negli scambi radiativi da parte del soggetto. Parti diverse del corpo scambiano radiativamente energia in maniera differente e avverto sensazioni differenziate di caldo o freddo. Tale asimmetria della temperatura piana radiante, Δt_r, può provocare disagio nell'occupante.
Da tutto quanto sopra risulta evidente come progettare in modo corretto un impianto per renderlo realmente capace di un sufficiente comfort termico è cosa complessa e che richiede una attenzione progettuale superiore a quella a cui si ricorre nella progettazione ordinaria, la cosa è ovviamente ancora più complessa negli edifici storici.

2.4.1.3. Comfort ambientale ed edifici storici

Parlando di comfort in relazione agli edifici storici è utile dividere il campo di azione in due ambiti, funzione dei gradi di tutela a cui gli edifici possono essere assoggettati: un primo ambito è quello in cui non si hanno materiali e superfici da conservare molto delicati e la situazione, in ogni caso da contestualizzare alla realtà locale è simile a quella che si ha negli edifici moderni e il comfort a cui far riferimento è essenzialmente quello delle persone che frequentano i diversi ambienti.

Un secondo ambito è relativo a quegli edifici in cui gli obiettivi di "comfort" da raggiungere, riguardano sia le persone che frequenteranno l'edificio in esame, sia gli oggetti in esso contenuti,

sia infine l'edificio stesso. E' necessario ottenere cioè il benessere e la sicurezza degli occupanti (utenti e addetti) e contemporaneamente garantire la conservazione e la sicurezza dei beni di interesse storico e artistico interessati all'intervento (oggetti mobili e immobili).

Come è stato presentato sopra gli studi sulle sensazioni dell'uomo in risposta agli stimoli ambientali sono ben consolidati e il benessere termico può essere valutato attraverso gli indici di disagio globale e localizzato.
Al contrario invece le condizioni micro-climatiche di conservazione dei beni di interesse storico artistico non costituiscono una materia completamente consolidata anche se esistono linee guida e indicazioni di massima. Un ruolo critico nella conservazione è sicuramente rivestito dalla umidità relativa e quindi indirettamente anche dalla temperatura dell'aria. Notevole importanza rivestono poi, al di là dei valori medi delle grandezze ambientali i loro gradienti e le loro variazioni temporali responsabili di sollecitazioni meccaniche anche di elevata intensità specie in alcuni materiali (legno, intonaci,..). Inoltre le correnti d'aria possono essere dannose poiché trascinano particelle solide che hanno una azione meccanica e che possono deporsi su dipinti e affreschi.
E' chiaro che per limitarne gli effetti è buona norma mantenere la velocità dell'aria più bassa possibile.

Per quanto riguarda il comfort termoigrometrico globale le diversità tra edifici moderni e antichi sono limitate e, l'impostazione della norma 7730 è comunque corretta e Voto Medio Previsto (PMV) e di Percentuale Prevista di Insoddisfatti (PPD) definiscono la situazione ambientale nel suo complesso. Indicativamente con attività leggera (fondamentalmente sedentaria) si possono considerare di comfort i seguenti valori delle grandezze ambientali:

- temperatura operativa compresa tra 19 e 23 °C periodo invernale;
- temperatura operativa compresa tra 23 e 26 °C periodo estivo;
- umidità relativa compresa tra 30% e 70%;
- velocità inferiore a 0,2 m/s;
- temperatura del pavimento compresa tra 19°C e 26°C (fino a 29°C con pavimenti radianti).

La specificità degli edifici storici è legata alla maggiore possibilità di manifestarsi di discomfort localizzato. Negli edifici storici i motivi di discomfort ambientale possono essere:

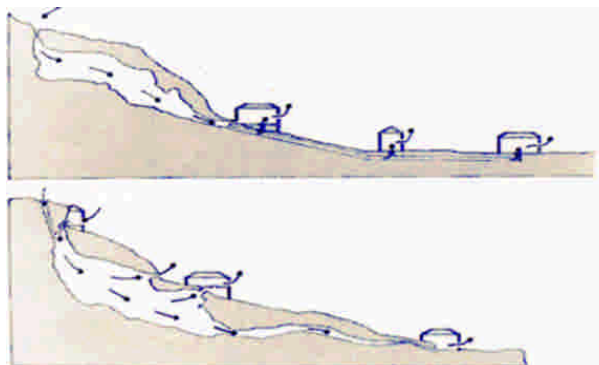
- pareti poco isolate e quindi di conseguenza basse temperature superficiali interne e bassa temperatura radiante;
- pavimenti poco isolati e quindi possibile discomfort per pavimento troppo freddo;
- pavimenti poco isolati e quindi possibile discomfort per gradiente elevato di temperatura verticale;
- pareti fredde innescano correnti discendenti a discrete velocità che portano a discomfort localizzato;
- elevati livelli di umidità negli elementi di involucro per risalita capillare o perdite e di conseguenza elevati livelli di umidità relativa dell'aria
- possibilità di condensa superficiale in corrispondenza di punti freddi della parete.
- possibilità di presenza di spifferi a causa della scarsa tenuta dei serramenti antichi.

La grande massa muraria spesso presente negli edifici del passato rappresenta da una parte una risorsa se correttamente valutata, un problema se non correttamente affrontata in quanto da un punto di vista eminentemente meccanico, costituisce un elemento di inerzia rispetto alle azioni impiantistiche. Durante il periodo estivo garantisce sfasamento e attenuazione delle oscillazioni di temperatura esterna.

2.4.2. Ventilazione

Come già detto la qualità ambientale indoor e quindi le condizioni di benessere negli ambienti confinati sono determinate e dalla qualità biologica dell'aria e dalle sue caratteristiche termo igrometriche. Relativamente all'inquinamento indoor il modo più efficiente per ridurre la possibilità che si determini è rappresentato in primo luogo dalla rimozione delle cause dell'inquinamento e secondariamente riducendo la loro concentrazione intervenendo sul loro bilancio di massa mediante l'immissione di una portata d'aria la quale, espulsa dopo essersi miscelata con quella interna, contrasti i fenomeni di produzione o scomparsa delle sostanze inquinanti in ambiente.

Di fatto la salubrità dell'aria può essere assicurata da una efficace "ventilazione" degli ambienti che, può essere naturale o forzata a seconda che sia affidata a meccanismi naturali o utilizzi dei dispositivi impiantistici. E' questo l'intervento tradizionalmente più adottato per migliorare la qualità dell'aria e garantire sempre un giusto contenuto di ossigeno alle persone presenti all'interno degli edifici. La ventilazione e i ricambi d'aria sono operazioni che possono sembrare semplici ed efficaci ma, se non vengono attentamente consentite possono produrre forti ricadute negative sul comfort termico e sui consumi energetici. Dal punto di vista della misurazione delle quantità d'aria immesso o estratte, la ventilazione naturale ha come limite una portata d'aria e una sua distribuzione apparentemente aleatoria, nel caso della ventilazione artificiale al contrario è il progettista che, agendo sulle modalità di immissione e di estrazione dell'aria determina in maniera significativa le condizioni di comfort ambiente.

La ***ventilazione naturale*** può essere utilizzata sia per assicurare i necessari ricambi d'aria ambiente, sia come mezzo per climatizzare gli ambienti, ovviamente nel periodo estivo. La ventilazione naturale consente l'immissione e/o l'estrazione di aria sotto la spinta di differenze di pressione generate essenzialmente da differenze di temperatura tra interno e esterno e dall'azione del vento. Essa può avvenire in modo non controllato attraverso porte, finestre e cassonetti o, può essere favorita o inibita in funzione di precise scelte progettuali relative alla tipologia e alla disposizione di infissi, condotti, camini, punti di immissione ed emissione: scelte progettuali che possiamo annoverare come strategie di controllo bioclimatico dell'aria ambiente. La quantità di aria immessa è da mettere in relazione con la permeabilità all'aria degli infissi o all'apertura volontaria, manuale o meccanizzata di porte, finestre, condotti, bocche di presa ecc.. I *dispositivi bioclimatici di ventilazione naturale* sono da sempre stati utilizzanti nell'architettura storica per la climatizzazione degli ambienti, specialmente nei climi caldi, ed è possibile annoverare tra gli esempi più famosi di questa modalità di raffrescamento naturale le torri del vento iraniane, le architetture normanno arabe in Sicilia culminate nella costruzione del Palazzo della Zisa di Palermo, Villa Madama a Roma su progetto di Raffaello, le ville di Custoza sulle pendici dei Monti Berici, le masserie pugliesi.

Oggi è possibile implementare la ventilazione naturale attraverso l'uso di dispositivi meccanici di incentivazione della ventilazione naturale utilizzando infissi, camini e aperture con dispositivi di

apertura meccanici controllati da sensori di anidride carbonica, vapore d'acqua e/o sulla scorta di input di tipo termico provenienti da sensori di temperatura e di pressione. L'apertura e/o la chiusura in comando remoto e domotico di questi dispositivi, su impulso di precisi imput di qualità dell'aria e di temperatura e pressione rende la ventilazione naturale, se correttamente progettata, una modalità contemporanea di controllo del benessere indoor: efficace, poco invasiva ed energeticamente molto efficiente. Inutile dire di come molti edifici storici hanno impliciti dispositivi di funzionamento bioclimatico oggi non considerati e non utilizzati, lavorando su questi dispositivi e dotandoli di controllo intelligente remoto è possibile, in modo poco invasivo, renderli di nuovo funzionali e utili rendere gli edifici storici rispondenti alle caratteristiche di benessere oggi ricercate.

Altro aspetto da tener presente in ambienti con basso affollamento è che attraverso la ventilazione naturale si è in grado di controllare la concentrazione di vapore e quindi di evitare la possibilità di condense e formazioni di colonie fungine e muffe con conseguenti problemi estetici e di igiene. La ventilazione naturale ha inoltre importanza anche da un punto di vista della sicurezza e dell'antincendio in quanto limita la formazione di concentrazioni di gas infiammabili o esplosive o asfissianti e di composti chimici.

Con la ***ventilazione meccanica*** si garantisce una portata prefissata di aria di rinnovo, cosa importante quando si hanno ambienti con grande affollamento o attività particolari che prevedono immissione di inquinanti. In ogni caso, sia per il controllo delle sostanze presenti nell'ambiente, sia per gli aspetti termici, risulta fondamentale la corretta distribuzione dell'aria immessa, in modo che si raggiungano le condizioni di comfort laddove esse sono richieste (in genere, la zona in cui sono presenti gli occupanti, detta quindi “breathing zone”) con il minimo apporto di aria esterna, poiché la sua immissione incide pesantemente sul bilancio energetico dell'edificio.

La ***ventilazione a perfetta miscelazione*** ha come obbiettivo la realizzazione di una perfetta miscelazione tra l'aria di rinnovo immessa e quella presente nell'ambiente. Si mira a raggiungere la medesima qualità dell'aria in tutti i punti dell'ambiente attraverso la diffusione delle sostanze inquinanti in tutto il volume ventilato. L'aria di rinnovo ha lo scopo di diluire l'inquinante fino a raggiungere concentrazioni ammissibili, senza però mirare direttamente ad un'effettiva rimozione dell'inquinante.

La ***ventilazione a dislocamento*** consiste nell'immissione di aria a temperatura leggermente più bassa di quella desiderata nella zona occupata a bassissima velocità (0.2-0.3 m/s). Essa viene impiegata principalmente in edifici con carichi termici elevati. E' questo il caso delle sale da spettacolo (teatri, cinematografi, auditori), delle sale per conferenze, dei ristoranti, dei centri di elaborazione dati e di numerose applicazioni in ambienti industriali. Il sistema più utilizzato è quello a flusso ascendente il quale consiste nell'immissione di aria bassa velocità attraverso estesi dispositivi di immissione collocati sul o vicino al pavimento

Da queste considerazioni nasce l'idea di una ventilazione in grado di fornire in aree definite e vicine agli occupanti quantità limitate e ad elevata qualità di aria di rinnovo e climatizzazione. Si hanno diverse possibilità e si parla di ventilazione localizzata o personale o di task/ambient ventilation. Rispetto ai sistemi tradizionali questo tipo di impianto presenta un numero elevato di punti di immissione e spesso anche di estrazione posizionati direttamente nella zona occupata. Dato che l'aria viene immessa molto vicino agli occupanti è necessario prestare attenzione ad evitare problemi di discomfort localizzato per correnti d'aria specie in condizioni di raffrescamento. Si utilizza aria intorno con temperatura dai 18 °C ai 20 °C, più calda rispetto ai sistemi di immissione a soffitto. Sistemi di ventilazione localizzata sono utilizzati in teatri, auditorium, sale conferenze, aule e uffici. La ventilazione meccanica può consentire il recupero di calore contenuto nell'aria in uscita per mezzo di scambiatori di calore, trasferendo il calore all'aria in entrata. Generalmente gli scambiatori hanno un rendimento di circa 55-65 %, ma si può arrivare all' 85-90%. Il cattivo funzionamento e la scarsa manutenzione di impianti di ventilazione e climatizzazione possono essere loro stessi fonte di inquinamento indoor e responsabili di una cattiva qualità dell'aria. Qualsiasi impianto di ventilazione deve essere sottoposto con scadenze predefinite a azioni di verifica e manutenzione.

2.4.3. Qualità dell'aria indoor

Negli ultimi decenni la percentuale di tempo che le persone passano in ambienti interni è aumentata notevolmente arrivando a toccare il 90% e di pari passo è aumentata l'attenzione che

viene attribuita alla cosiddetta “qualità dell'aria” all'interno degli edifici (spesso indicata con la sigla IAQ, acronimo di *Indoor Air Quality*). Recenti studi consentono di affermare che oggi, per lo meno nel settore terziario, gli occupanti riservano ai problemi legati alla qualità dell’aria un’attenzione del tutto simile a quella tradizionalmente riservata al comfort termico, con incrementi di produttività in corrispondenza a miglioramenti della qualità dell’ambiente (Wargocki 2000) (Fanger 2001).

A tale proposito è opportuno sottolineare che il concetto di “qualità dell’aria” non deve essere assimilato a quello di “inquinamento indoor”: infatti, parlando di inquinamento si pone l’accento solo sulle sostanze sgradevoli o dannose presenti nell’ambiente, mentre la qualità dell’aria riguarda la sua composizione complessiva e quindi sia i componenti che non dovrebbero esserci (gli inquinanti, appunto), sia quelli la cui presenza è indispensabile (essenzialmente l’ossigeno, necessario alla respirazione agli occupanti ed ai fenomeni di combustione) o contribuisce alla sensazione di comfort (in primis, il vapor d’acqua).

In un ambiente sono normalmente presenti zone di scambio di massa con l’aria in esso contenuta in genere laddove ci sono fenomeni (come la combustione, la respirazione e la traspirazione degli occupanti, la cottura dei cibi, il rilascio di gas o polveri dai materiali, ecc.) che provocano la liberazione o la sottrazione di talune specie chimiche (inquinanti, vapor d’acqua, ossigeno). Il peggioramento della qualità dell’aria interna con un progressivo aumento delle concentrazioni di sostanze inquinanti può essere fatto risalire alle seguenti cause:

- aumento dell’inquinamento dell’aria esterna
- diminuzione delle infiltrazioni d’aria attraverso i serramenti come conseguenza del tentativo di diminuire le perdite di energia per ventilazione;
- utilizzo di materiali sintetici con rilascio di sostanze volatili inquinanti (vernici, rivestimenti, etc.)
- utilizzo di dispositivi di lavoro con emissioni inquinanti (fotocopiatrici, stampanti, ...)
- utilizzo di prodotti per la pulizia e manutenzione con elevate emissioni di sostanze volatili.

Gli effetti negativi derivati da una cattiva qualità dell’aria non sono solo sul piano della salute umana, ma anche in termini di costi economici per la collettività e di riduzione della produttività dei lavoratori

Per migliorare la qualità dell’aria all’interno di un edificio si possono individuare tre modalità di intervento. La prima riguarda essenzialmente gli inquinanti e consiste nell’eliminazione delle fonti: si tratta di una strada molto immediata, ma spesso difficile se non impossibile da mettere in pratica (si pensi, ad esempio, ai bioeffluenti emessi dagli stessi occupanti).

In secondo luogo si possono attuare degli interventi volti al controllo della concentrazione di talune sostanze, mediante la loro produzione (come avviene per il vapor d’acqua con gli umidificatori di ambiente) o la loro sottrazione (come nel caso delle polveri con la filtrazione).

Infine, esiste anche una terza modalità: infatti, la concentrazione delle sostanze presenti in ambiente può essere controllata intervenendo sul loro bilancio di massa mediante l’immissione di una portata d’aria la quale, espulsa dopo essersi miscelata con quella interna, contrasti i fenomeni di produzione o scomparsa di certe sostanze in ambiente. Si realizza così la “ventilazione” degli ambienti, che può essere naturale o forzata a seconda che sia affidata a dispositivi non meccanici o utilizzi dei dispositivi impiantistici (si veda l’approfondimento alla fine del capitolo).

Ambiente	**Sorgenti**	**Inquinanti**
casa	Sorgenti di natura metabolica	CO_2, NH_3, odori
	Fumo di tabacco	Particolato, CO, VOC
	Fornelli a gas	NO_2, CO
	Forni a legna, camini	Particolato, CO, idrocarburi policiclici
	Materiali da costruzione	Radon, formaldeide
	Sottosuolo	radon
	Mobili e prodotti per la casa	VOC, formaldeide
	Isolanti	fibre
	Esterno	Idrocarburi, CO, NOx, particolato
ufficio	Sorgenti di natura metabolica	CO_2, NH_3, odori
	Fumo di tabacco	Particolato, CO, VOC

	Materiali da costruzione	Radon, formaldeide
	Arredi	VOC, formaldeide
	Fotocopiatori, stampanti	Ozono, VOC
	Condizionatori	Agenti biologici
	Esterno	Idrocarburi, CO, NOx, particolato

Tabella. Fonti di inquinanti in diversi tipologie di ambienti interni.

Un elemento ambientale importante nella valutazione della qualità dell'aria è rappresentato dall'umidità relativa, elemento a cui il nostro corpo è molto sensibile e che nel caso di edifici storici può essere ancora più significativo. Livelli troppo elevati di umidità relativa possono portare a formazione di muffe e a proliferazione di batteri e di altri microrganismi, viceversa livelli troppo bassi portano a situazioni di disagio legati a sensazioni di secchezza delle mucose e eccessiva traspirazione. Valori compresi tra il 35%-40% e 60% sono da preferirsi e sino a 80% risultano comunque tollerabili. Nel grafico di Figura sono riportate le condizioni ambientali critiche di temperatura e umidità relativa superficiali per il loro sviluppo.

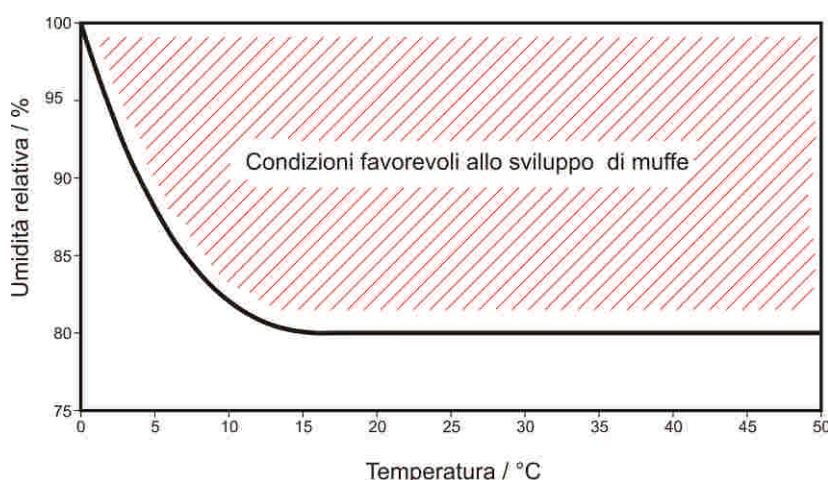



Figura. Condizioni di temperatura ed umidità favorevoli allo sviluppo di muffe

Come si può notare per temperature $\theta \geq 20$°C le condizioni critiche sono raggiunte con umidità relative maggiori o uguali ad un valore dell' umidità relativa sulle superfici interne pari all' 80%. Si giustifica così il limite imposto dalla norma UNI EN ISO 13788 che risulta essere in linea con le richieste di risparmio energetico qualora si decidesse di optare per un criterio più limitativo come più sopra illustrato. Per essa la norma UNI EN 15251 fornisce le indicazioni riportate nella tabella seguente. Inoltre viene consigliato di non superare il valore di $12g_v/kg_{as}$ di umidità specifica.

Tipo di edificio	Categoria	Umidità relativa di progetto per deumidificazione %	Umidità relativa di progetto per umidificazione %
Spazi dove i criteri di umidità sono imposti per la presenza di persone. Ambienti speciali (musei, chiese, ecc.) possono richiedere altri limiti	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20
	IV	> 70	< 20

2.4.4. Benessere visivo ed illuminazione naturale

Un aspetto importante per il benessere psico-fisico è la qualità della luce e quindi dell'illuminazione degli ambienti, sia esso ottenuto con luce naturale o artificiale. In particolare la presenza di luce naturale all'interno di un ambiente risulta essere importante perché crea una sensazione di accoglienza e di piacevolezza.
Recenti studi di neurofisiologia hanno evidenziato come circa l'80% di tutte le nostre informazioni sensoriali sull'ambiente in cui siamo immersi sono di natura visiva e come quasi un terzo del nostro cervello è interessato a selezionare queste informazioni. Contemporaneamente sempre più studiosi concordano nel ritenere fondamentale per il benessere dell'uomo l'azione esercitata dalla luce e dai colori sulla psiche umana e, ancora di come l'illuminazione con la *luce naturale* è in grado di assicurare livelli di benessere superiori a quelli ottenibili negli edifici illuminati artificialmente.
Le sorgenti di luce naturale (sole e cielo) ci mettono a disposizione un'illuminazione gratuita e di elevatissima qualità, quella naturale è il tipo di luce a cui il nostro occhio risponde meglio e che permette una corretta percezione dei colori. Con il suo utilizzo si consegue il duplice scopo di migliorare il benessere psicofisico delle persone e di ridurre il consumo energetico.

Per la verifica del livello di luce naturale negli ambienti si può utilizzare una grandezza sintetica e adimensionale detta fattore di luce diurna, F, la quale non dipende dal livello di illuminamento esterno, ma solo dalle relazioni geometriche tra punto considerato all'interno dell'ambiente e volta celeste.
Tale grandezza è definita come: "*il rapporto tra l'illuminamento, E, che si realizza su di una superficie orizzontale posta all'interno dell'ambiente considerato grazie alla luce proveniente dalla volta celeste (non si considera la radiazione diretta proveniente dal sole), e quello che contemporaneamente si ha su di una superficie orizzontale posta all'esterno senza alcuna ostruzione,* E_0".
Da una veloce analisi, ma anche solo intuitivamente si capisce come esso risulta funzione delle seguenti grandezze:

- area delle aperture finestrate;
- coefficiente di trasmissione nel visibile del materiale trasparente delle finestre;
- area dei diversi elementi che costituiscono l'involucro (pareti, pavimenti, arredi, ecc.);
- coefficiente di riflessione nel visibile delle superfici interne del locale;
- presenza di ostruzioni, esterne od interne, che limitino la vista della volta celeste;
- stato di manutenzione delle superfici vetrate e delle superfici interne.

Tale parametro consente di valutare la capacità delle aperture trasparenti e dell'involucro di uno spazio chiuso di garantire condizioni di illuminazione naturale confortevoli e un accettabile sfruttamento della luce naturale. Per raggiungere questi obiettivi esso deve essere superiore ad un certo valore, fissato come valore di soglia al di sotto del quale non sono verificate le condizioni di illuminazione naturali sufficienti alle specifiche esigenze di benessere fisico e psicologico. Valori indicativi per diverse destinazioni d'uso sono riportati in tabella.

ambito	Fmld
locali di residenza	0,02
palestre, refettori	0,02
scale, servizi igienici, spogliatoi	0,01
aule, laboratori	0,03
Degenza, ambulatori, diagnostica	0,03
edilizia pubblica sovvenzionata	0,06
In termini generali	
F < 0,3%	Insufficiente
0.3% < F < 2%	Discreto
2% < F < 4%	Buono
4% < F	Ottimo

Tabella. Fattore medio di luce diurna F consigliato.

Per avere un corretto utilizzo della luce naturale è bene che gli ambienti non siano troppo profondi in modo da garantire una sufficiente penetrazione della radiazione. In genere si stabilisce da 2,5 a

3 volte l'altezza della finestra. Si deve altrimenti passare a soluzioni alternative con illuminazione dall'alto attraverso lucernai e pozzi di luce. L'area della finestratura deve essere sufficientemente estesa e in questo caso spesso si utilizza come valore di riferimento 1/8 della superficie in pianta. Non sempre però tale valore garantisce un corretto valore del fattore medio di luce diurna.

Il sistema vetrato utilizzato deve avere una elevata trasmissione nel visibile e si può utilizzare come valore di soglia 0,65-0,7. Il rivestimento delle pareti interne dovrebbe essere preferibilmente realizzato con materiali di colore chiaro in modo da garantire una maggiore riflessione della luce. Un piccolo incremento nelle riflettanze delle pareti porta a notevoli incrementi di efficienza. Come si vede in figura in una stanza più chiara si ha 55% in più di luce sul piano di lavoro a parità di energia oppure si può avere un risparmio del 70% di energia per avere lo stesso illuminamento.

2.4.4.1. Sistema di illuminazione artificiale

Anche un elevato sfruttamento della luce naturale non permette di eliminare il sistema di illuminazione artificiale per il quali si consiglia l'utilizzo di lampade a elevata efficienza con spettro di emissione vicino a quello della luce naturale, attualmente affidabili e disponibili nel mercato a prezzi accettabili. Le diverse sorgenti artificiali di luce trasformano energia elettrica in luce e tutte in questa trasformazione disperdono parte dell'energia in calore. Si può quindi definire una efficienza per ciascuna di esse definita come il rapporto tra flusso di luce che si ottiene e potenza elettrica che si fornisce al dispositivo (efficienza luminosa espressa in lumen/watt).

In generale le lampade a scarica e fluorescenza (in gergo "i neon") sono più efficienti delle lampade a incandescenza (in gergo "le lampadine"), ma ciascuna tipologia deve essere considerata a se stante in quanto le prestazioni dipendono dalle specifiche di costruzione. In figura si riporta una classificazione di larga massima.

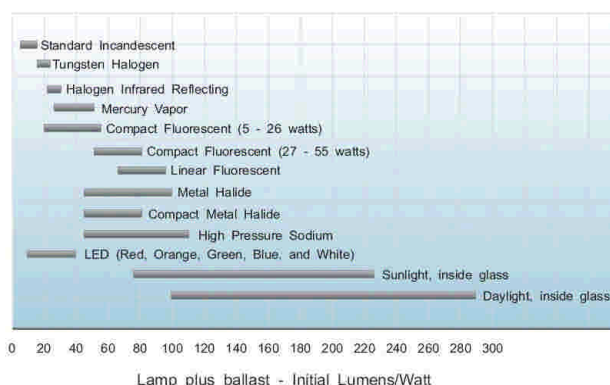



Figura. Efficienza luminosa per diverse tipologie di sorgenti.

Le **lampade a fluorescenza** sono molto interessanti in quanto quelle di più recente produzione garantiscono oltre a consumi di circa 60% inferiori alle tradizionali incandescenti (le cosiddette lampadine) una buona qualità della luce e una estetica curata. I sistemi di alimentazione elettronici (ballast) hanno eliminato lo sfarfallio e il rumore che costituivano due notevoli problemi delle tradizionali lampade a scarica. In generale per garantire buone prestazioni le lampade a scarica devono avere:

- un indice di resa del colore CRI di almeno 80%
- una temperatura di colore intorno a 3500 K per uffici.
- un deprezzamento del flusso luminoso al massimo fino al 94% al 40% della vita utile
- ballast elettronici a alta frequenza
- efficienza luminosa di almeno 83 lumen/watt

Un corretto uso della luce permette di realizzare ambienti interni confortevoli, accoglienti e nel caso di luoghi di lavoro anche produttivi; fondamentale a consentire tutto ciò è l'integrazione di luce naturale e artificiale: il tipo di sorgenti, la loro posizione e controllo devono essere scelti con cura in modo da garantire risparmio energetico e qualità della visione. Non è sufficiente fornire una adeguata quantità di luce, qualità della luce significa anche buona resa dei colori, uniformità e

bilanciamento della luminanza: ombre, abbagliamento, sfarfallamento o distribuzione caotica della luce sono elementi che peggiorano la qualità dell'ambiente luminoso specie in luoghi di lavoro.

2.4.5. Percezione del benessere ed uso del colore

Abbiamo già evidenziato come la percezione dello stato di benessere non sia influenzato solo da proprietà fisico - tecniche ma, anche da percezioni sensoriali provenienti da aspetti materici e altre sensazioni quali quelle olfattive ad esempio, presenti all'interno di un ambiente. Volendo perseguire l'obiettivo di favorire una più positiva percezione dello stato di benessere, la necessità è che la scelta dei materiali e dei rivestimenti debba essere fatta anche in funzione di qualità sensoriali quali anche quelle tattili e olfattive che questi possono evidenziare.
Il tatto, insieme alla vista, è una fonte indispensabile di informazioni circa la qualità dell'ambiente, il primo fornisce indizi immediati e personali, la seconda dà indicazioni più generali su forma e colore dello spazio. Questi due sensi sono strettamente legati in quanto ci consentono di trasformare in termini visuali le informazioni sensoriali, tale meccanismo permette di risparmiare tempo, energie e di ritrovare velocemente nella memoria combinazioni di proprietà senso-percettive. Gli stimoli olfattivi, se hanno caratteristiche gradevoli, determinano, insieme ad adeguati requisiti di comfort termico, la qualità degli ambienti interni e quindi influenzano la percezione della sensazione di piacevolezza di un ambiente, ma anche meccanismi neurofisiologici di benessere. I nostri sensi sono colpiti da stimoli che riconosciamo tramite il processo della percezione, la quale ci permette di interpretare l'ambiente intorno a noi. La percezione è un meccanismo complesso descritto da numerose teorie, in particolare possono essere citate quelle dalla scuola gestaltica che esemplifica i meccanismi necessari al riconoscimento di configurazioni visive e di immagini.
La percezione e l'organizzazione dello spazio (prossemica) hanno delle regole formali che variano in funzione alla cultura propria di un luogo e possono influenzare, anche notevolmente. il comportamento umano e le successive valutazioni di percezione del benessere, di qui anche l'utilità di utilizzare materiali, finiture, colori propri di una particolare realtà storico-geografica.

Altro aspetto fondamentale per la percezione del benessere è dato da un corretto uso del colore, elemento di percezione da individuare e di cui tener conto anche in funzione delle implicazioni che un suo uso ha anche da un punto di vista psicologico generare: positive se correttamente individuato, negativo in caso contrario.

In particolare negli ambienti di soggiorno se si sceglie il colore adatto delle rifiniture e degli elementi di arredo si possono ottenere effetti positivi quali la riduzione della fatica, l'aumento del senso di benessere, la concentrazione, il miglioramento dell'umore. Se analizziamo un colore, esso produce determinati effetti psicologici legati a particolari associazioni culturali, ma anche degli effetti fisiologici dovuti alle sue caratteristiche fisiche, in quanto frequenza di un'onda elettromagnetica.

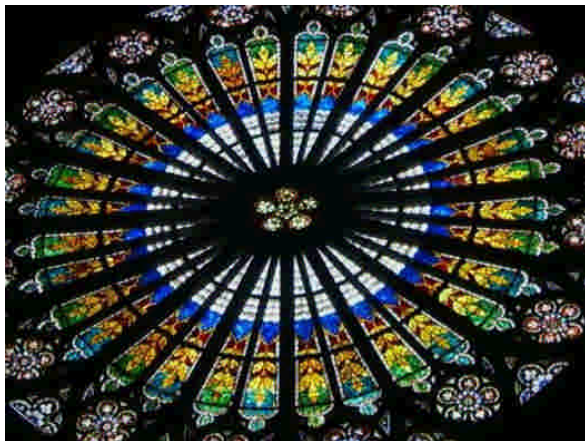
Luce e colore

Materia e colore

Un esempio di queste implicazioni può essere dato dallo studio del colore in relazione alle reazioni psico-fisiche che genera e per evidenziare quindi come il rosso e tutti i colori a bassa frequenza stimolino il sistema neurovegetativo, il blu e i colori ad alte frequenze hanno una azione più

calmante, mentre il verde, colore di media frequenza, non produce alcuno effetto sul sistema neurovegetativo, per cui viene considerato un colore di riequilibrio neurofisiologico.

Altro aspetto utile da sottolineare è relativo ai diversi effetti prodotti dal colore determinato da una *luce (vedi quello che viene determinato da vetrate colorate)* e dal colore *materico (*pigmenti colorati); gli effetti di queste due diverse possibilità di creare colori risultano assai diversi e possono determinare condizioni psicologiche opposte. Sicuramente potremmo sperimentare queste diverse sensazioni all'interno di una stanza pervasa da una luce colorata o che filtra attraverso vetri colorati oppure in una stanza con pareti e soffitto dipinti con lo stesso colore .

In Francia, il Ministero per l'Educazione ha già da tempo attuato una ricerca volta ad individuare gli standard cromatici più adatti per ottimizzare l'apprendimento e lo sviluppo armonico dei bambini all' interno delle strutture scolastiche materne ed elementari.

Luce e colori

Ambienti e colori

Non è casuale perciò che, alla luce di questa nuova consapevolezza, anche in Italia si sia preso in considerazione il problema del *colore* all'interno degli spazi confinati. Per queste ragioni Imprese commerciali, aziende di produzione, istituti scolastici, strutture Sanitarie ed amministrazioni locali sono sempre più coinvolti e interessati a un utilizzo consapevole e progettato del colore; lo dimostrano alcune realtà di ambienti ospedalieri, che, da sempre tinteggiati di bianco e arredati con fredde apparecchiature mediche, un tempo volti a rappresentare nella loro freddezza "l'asetticità ", sono oggi sovente dipinti di azzurro per esercitare un effetto calmante sui degenti che si trovano in condizioni di stress emotivo e quindi a rispondere ad esigenze più umane del paziente, in particolare eliminando gli stati di angoscia determinati dal bianco, il "non colore".

Il ricercatore americano Kurt Goldstein ha, inoltre, scientificamente dimostrato quanto il colore influenzi la percezione del tempo e dello spazio oltre che a modificare le sensazioni corporee: con la luce rossa il tempo risulta più dilatato e gli oggetti sembrano più grandi e più pesanti. Con la luce blu gli oggetti sembrano più piccoli e leggeri.

Il punto è che i progettisti non hanno ancora sufficientemente consapevolezza dell'importanza del colore e delle sue implicazioni fisiologiche e psicologiche; spesso ne ignorano l'esistenza e riducono il loro intervento nella attività quotidiana ad una semplice "scelta del colore", come se fosse semplicemente un fatto estetico.

Da tutto quanto sopra per capire il perché spesso nelle strutture storiche si ricorreva all'uso del colore, agli affreschi ed alle decorazioni delle pareti e come queste, anche a fronte di quanto sopra indicato vadano attentamente preservate e mantenute.

2.4.6. Benessere acustico

Le prestazioni acustiche degli edifici hanno assunto negli ultimi anni una notevole importanza sulla spinta della legge 447/95 e decreti collegati che obbligano gli elementi verticali e orizzontali di involucro a rispettare limiti molto stringenti per i loro requisiti acustici passivi. E' vero infatti che la

qualità della vita all'interno di un edificio dipende in buona parte dal comfort acustico che si riesce a garantire rispetto a sorgenti sonore interne ed esterne all'edificio stesso.

	Parametri			
	R_w	$D_{2m,n,T,w}$	$L_{n,w}$	L_{Aeq}
ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	25
residenza, alberghi, pensioni	50	40	63	35
attività scolastiche	50	48	58	25
uffici, attività ricreative o di culto e commerciali	50	42	55	35
R_w: Indice di potere fonoisolante per partizioni interne tra unità e unità immobiliare				
$D_{2m,n,T,w}$: Indice di potere fonoisolante per partizioni esterne				
$L_{n,w}$: Livello di pressione nell'ambiente distrurbato per rumore da calpestio				
L_{Aeq}: Livello di pressione ponderato A del rumore proveniente dagli impianti				

Tabella B del D.P.C.M. 5/12/1997 - Requisiti acustici passivi degli edifici

Le tecniche di costruzione moderne garantiscono modeste prestazioni sia nei confronti della trasmissione del suono per via aerea sia riguardo i rumori da impatto e, al fine di migliorarle è necessario considerare aspetti diversi e prevedere una articolata azione di protezione contro il rumore che possiamo evidenziare in:

- protezione contro il rumore aereo proveniente dall'esterno;
- protezione contro il rumore aereo proveniente da altri spazi chiusi;
- protezione contro il rumore impattivo che proviene da altri spazi chiusi;
- protezione contro il rumore di apparecchiature e impianti

In ogni caso un buon isolamento acustico si ottiene solo con una progettazione consapevole, una realizzazione attenta e l'individuazione di specifici accorgimenti tecnici, utilizzabili anche nel caso di edifici storici e che possono portare a prestazioni acustiche di tutto rispetto.

Per quanto riguarda il rumore aereo e il potere fonoisolante delle pareti, in caso di pareti leggere, una prima tecnica di intervento è quella di aumentare la massa per unità di superficie. *Nel caso di ristrutturazioni è possibile ottenere buoni risultati realizzando pareti multistrato costituite da più strati di materiali diversi*. In particolare è necessario alternare materiali massicci, anche se di modesto spessore, a materiali leggeri aventi funzione smorzante. Se aggiungiamo alla parete esistente un elemento interno leggero come ad esempio il cartongesso e lasciamo tra i due una intercapedine vuota, utilizzabile anche per l'alloggiamento degli impianti o, riempita con materiale fonoassorbente, avendo l'accortezza di non adottare avvitature dirette sulle pareti strutturali, avremo sicuramente un significativo miglioramento delle prestazioni acustiche della parete. Se abbiamo una doppia parete (muratura a cassetta), i due elementi più massicci devono essere tenuti il più possibile separati, riducendo al minimo il loro collegamento rigido e, le eventuali connessioni dovranno essere elastiche o realizzate con materiali in grado di smorzare le vibrazioni. Spesso nel caso di edifici esistenti la placcatura delle chiusure verticali con materiali resilienti

rappresenta l'unico intervento possibile e, con questa tecnica si possono ottenere miglioramenti del potere fonoisolante medio di circa 15 dB.

Nel caso di edifici storici un possibile punto critico, dal punto di vista dei rumori aerei, può essere costituito dalla copertura; infatti se una copertura in calcestruzzo o in laterocemento arriva di solito a valori di isolamento intorno a 45 dB, con coperture leggere come quelle in legno i valori che si raggiungono senza precauzioni sono sicuramente più bassi. E' necessario aumentare per quanto possibile la massa per unità di superficie (doppio tavolato o guaine con piombo o meglio con materiali a questi equivalente dal punto di vista acustico) e sigillarne le discontinuità, il posizionamento di strati di isolante di buona massa può contribuire a risolvere contemporaneamente sia il problema acustico che quello termico.

Un punto debole nella protezione degli edifici dal rumore proveniente dall'esterno sono tutte le aperture presenti nell'involucro (porte e finestre) oltre che i punti in cui questo si assottiglia (cassonetti di alloggiamento degli avvolgibili, nicchie di alloggiamento dei termosifoni, ecc.). Molta attenzione deve essere posta nella scelta e nella posa in opera dei serramenti, lì dove in prima approssimazione un indicatore della capacità da parte dell'infisso di isolare dal rumore esterno, è rappresentata dalla sua tenuta all'aria. In particolare l'isolamento acustico delle finestre dipende dalle prestazioni di fonoisolamento sia del vetro che del serramento risultando determinante in questo e la massa delle lastre di vetro e la qualità delle battute tra serramento e telaio: piccole fessure o battute con scarsa tenuta possono pregiudicare le prestazioni acustiche dell'infisso.

Dal punto di vista acustico gli orizzontamenti hanno un comportamento diverso rispetto alle pareti, infatti essi sono sollecitati, oltre che dai normali rumori aerei, anche e soprattutto dagli impatti di percussione dei corpi solidi (calpestio, …). I solai contenenti cavità hanno generalmente, rispetto ai solai monolitici, una rumorosità maggiore.
Per aumentare il potere fonoisolante di un solaio si può agire nel seguente modo:

- mediante l'uso di rivestimenti molto morbidi (moquette, gomma ecc.) i quali disperdono gran parte dell'energia meccanica degli urti, prima che questa interessi il solaio vero e proprio. Questa tecnica è anche utile per l'assorbimento dell'energia sonora prodotta nel locale. Questi tipi di rivestimenti, essendo leggeri, non offrono però alcun ostacolo al passaggio dei rumori aerei;
- appoggiando la pavimentazione su uno strato elastico: in questo caso l'energia meccanica viene trasformata in energia termica per effetto dei movimenti delle particelle dello strato antivibrante. Lo strato di materiale resiliente deve essere messo in opera immediatamente sopra l'elemento strutturale sotto il massetto e lo strato di finitura. Si ottiene quello che viene chiamato pavimento galleggiante e che trova attualmente larghissimo impiego;
- quando non si possa intervenire a livello della pavimentazione si può adottare una controsoffittatura pesante sospesa con prestazioni però quasi sempre meno soddisfacenti.

Generalmente, al di sopra del materiale acusticamente smorzante si costruisce un massetto ripartitore dei carichi sul quale viene poi posto in opera il pavimento. Nel caso di pavimento in legno a listoni è possibile applicare lo strato smorzante sotto i listelli che lo sostengono oppure comunque sotto al massetto; il massetto non deve presentare spaccature, buchi o comunque soluzioni di continuità che non garantirebbero una sicura barriera soprattutto contro i rumori aerei. Allo stesso modo è necessario che il pavimento non abbia punti di contatto rigido con la sottostante soletta o con le pareti per evitare la trasmissione dei suoni attraverso la struttura.

2.4.7. Controllo degli sorgenti inquinanti: il Radon

Il Radon è un gas radioattivo che deriva dal decadimento dell'Uranio e del Torio presenti nel suolo e nelle rocce, è inerte ed inodore ed è quindi inavvertibile dall'essere umano e dà origine in tempi a brevi a prodotti di decadimento quali il Polonio che, aderendo alle superfici e alle particelle dell'ambiente, possono essere successivamente inalate. Nelle "Linee guida nazionali sulla tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" a proposito del Radon viene detto come questo gas radioattivo venga classificato dalla IARC *(Agency for Research on Cancer)* come un agente cancerogeno ritenuto essere la seconda causa di cancro polmonare dopo il fumo di sigaretta.

In Italia si stima che l'esposizione domestica al radon sia responsabile del 5-20% dei tumori polmonari e di un numero di decessi compresi tra 1500-6000 morti/anno con costi diretti per il Servizio Sanitario compresi tra i 30 ed i 110 milioni di Euro/anno ma, nonostante questo, in Italia vi è solo una normativa specifica per gli ambienti di lavoro ma non una generale valevole per l'intera popolazione.

Le principali sorgenti di provenienza del radon indoor sono il suolo sottostante l'edificio, le falde acquifere in cui può disciogliersi, i materiali da costruzione (in special modo alcune rocce effusive, tufi, pozzolane e di alcuni graniti), i luoghi degli edifici in cui è più facile trovarlo sono i vani a diretto contatto con il terreno e gli ambienti interrati. Il radon prodotto nel suolo viene spinto verso l'esterno dalla differenza di pressione o per diffusione e penetra negli edifici tramite le molte fessure anche piccolissime che vi sono nelle fondamenta e, si concentra nell'aria interna. L'acqua ed il gas per uso domestico sono sorgenti di importanza generalmente molto minore, con alcune eccezioni relative ad alcune acque di pozzo.

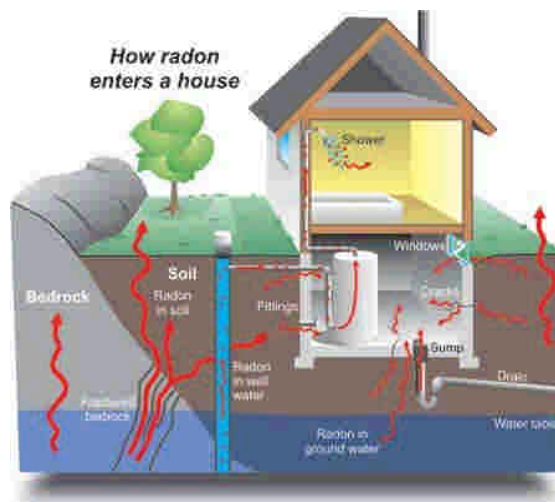



Figura. Modalità di ingresso dell'aria nelle abitazioni

Ovviamente le attenzione da porre al problema sono differenziate in funzione delle zone in cui gli edifici vengono costruiti o della tipologia di edificio e dei suoi materiali costitutivi, ovviamente l'attenzione deve intensificarsi nelle zone a più alta effusività di questo gas. *Si tenga presente che negli edifici storici con murature in pietra spesse il radon può attraverso queste per risalire ai piani alti.*
In modo generale è possibile dire come il meccanismo migliore da attivare per risolvere questo problema è costituito da una efficace e continua ventilazione e ricambio d'aria degli ambienti.

Relativamente all'efficienza energetica degli edifici, alcune recenti osservazioni fatte in Alto Adige hanno evidenziato come in edifici rivestiti termicamente (cappotti esterni) si siano verificate infiltrazioni di gas radon dal terreno fino ai piani superiori e come la presenza di infissi a tenuta contribuisca ad incrementare l'esposizione a questo gas.

Contemporaneamente è utile evidenziare come relativamente al Radon è notevolmente diverso il cercare di risolvere il problema in un edificio esistente rispetto ad uno di nuova costruzione, ovviamente relativamente agli edifici storici è più difficile intervenire ed i risultati sono molto meno sicuri; al contrario è molto più semplice, sicuro ed economico affrontare il problema nel nuovo edificato.

Dato l'ambito di interesse di queste linee guida, di seguito ci soffermeremo ad evidenziare le principali modalità utili ad affrontare e cercare di risolvere il problema nell'edificato storico, lì dove ovviamente gli interventi possibili devono poi interfacciarsi e con il grado di vincolo degli edifici e con il costo dell'intervento.

I criteri generali a cui rifarsi sono essenzialmente quelli di cercare di *sigillare le vie d'ingresso del gas, ventilare ed assicurare i ricambi d'aria dei locali a diretto contatto con il terreno (cantine, locali*

interrati o seminterrati), cercare di mettere in sovra pressione i vani superiori e quelli di vita degli edifici rispetto a quelli interrati, scegliere materiali di pavimentazione o di rivestimento che non presentano effusività di questo gas, ventilare i vespai se presenti.

La valutazione relativa al se intervenire, con quali dispositivi ed accorgimenti nonchè la realizzazione degli interventi di bonifica deve essere effettuata da personale tecnico appositamente addestrato.

2.4.8. Inquinamento elettromagnetico

La diffusione dell'elettricità nonché l'avvento delle tecnologie delle telecomunicazioni hanno determinato l'insorgere di campi elettromagnetici artificiali ed attualmente è possibile dire che tutti i cittadini dell'Unione europea sono esposti a campi elettromagnetici artificiali dovuti a linee elettriche ad alta tensione, elettrodomestici, computer, radar, radio e impianti di trasmissione televisiva e telefonia mobile.

Il problema è tra quelli maggiormente sentiti dalla popolazione ed il normatore europeo, anche in considerazione di questa manifesta sensibilità e, come previsto dalla raccomandazione del Consiglio (1999/519/CE) del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz - 300 GHz), ha periodicamente monitorato i potenziali effetti sulla salute indotti dalla esposizione ai campi elettromagnetici artificiali, richiedendo anche il riesame della letteratura scientifica da parte di comitati scientifici indipendenti e ne ha finanziato la ricerca.
Volendo da prima inquadrare il problema possiamo dire che l'inquinamento elettromagnetico è da annoverarsi tra gli inquinamenti di natura fisica ed è caratterizzato dalla presenza di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali. E' argomento complesso e che non presenta una univocità di approccio, almeno per quanto attiene gli effetti che questo tipo di inquinamento può generare, per questo e a seguire, evidenziamo quanto indica e definisce l'ISPRA (ex ANPA): "L'interesse verso i campi elettromagnetici ha assunto negli ultimi anni un'importanza crescente legata al contemporaneo frenetico sviluppo di nuovi sistemi di telecomunicazione, i cui impianti si sono diffusi in maniera capillare in ambito urbano destando dubbi e preoccupazioni circa la loro pericolosità. Anche l'intensificazione della rete di trasmissione elettrica, conseguente all'aumento della richiesta di energia elettrica, nonché l'urbanizzazione di territori precedentemente disabitati e caratterizzati dalla presenza di elettrodotti o di emittenti radiotelevisive, hanno contribuito a destare perplessità circa i possibili effetti sulla salute derivanti dalla permanenza prolungata in prossimità di tali installazioni.

Il fenomeno comunemente definito "inquinamento elettromagnetico" è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali, cioè non attribuibili al naturale fondo terrestre o ad eventi naturali (quale ad esempio può essere il campo elettrico generato da un fulmine), ma prodotti da impianti realizzati per trasmettere informazioni attraverso la propagazione di onde elettromagnetiche (impianti radio-TV e per telefonia mobile), da impianti utilizzati per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica dalle centrali di produzione fino all'utilizzatore in ambiente urbano (elettrodotti), da apparati per applicazioni biomedicali, da impianti per lavorazioni industriali, nonché da tutti quei dispositivi il cui funzionamento è subordinato a un'alimentazione di rete elettrica (tipico esempio sono gli elettrodomestici).

Sulla base della frequenza viene effettuata una distinzione tra:

- inquinamento elettromagnetico generato da campi a bassa frequenza (0 Hz - 10 kHz), nel quale rientrano i campi generati dagli elettrodotti che emettono campi elettromagnetici a 50 Hz;
- inquinamento elettromagnetico generato da campi ad alta frequenza (10 kHz - 300 GHz) nel quale rientrano i campi generati dagli impianti radio-TV e di telefonia mobile.

Questa distinzione è necessaria in quanto le caratteristiche dei campi in prossimità delle sorgenti variano al variare della frequenza di emissione, così come variano i meccanismi di interazione di tali campi con i tessuti biologici e quindi le possibili conseguenze correlabili all'esposizione umana (effetti sulla salute)."

Si riassume il risultato del rapporto perché utile a dare il senso di ciò che è oggi ritenuto ufficialmente valido a livello di Comunità Europea e possiamo quindi evidenziare come per quanto riguarda:

- le frequenze radio, la sintomatologia riferita dagli utenti , essenzialmente mal di testa e stanchezza, non sembra da ricondurre all'esposizione a campi di radiofrequenza, ma piuttosto alle aspettative degli individui che percepiscono tale esposizione come nociva;
- gli effetti sulla salute dell'uso di telefoni cellulari, non ci sono evidenze riguardo all'aumento nel rischio di cancro per un utilizzo fino a dieci anni, mentre non ci sono dati sufficienti per stimarne l'effetto in seguito ad un uso per più di dieci anni;
- gli effetti a lungo termine sulla salute prodotti dai campi di frequenza intermedia, come quelli emessi dagli schermi dei computer e dai dispositivi antifurto, la letteratura è risultata particolarmente scarsa e non significativa per l'aggiornamento dei dati. Le nuove tecnologie inducono tuttavia un significativo aumento dell'esposizione da queste fonti che andrà adeguatamente monitorato.

Viene invece confermato il parere sui campi magnetici a bassa frequenza, prodotti dagli elettrodomestici e dalle linee elettriche, già valutati nel 2007 come potenzialmente cancerogeni. In particolare, i nuovi studi epidemiologici rilevano che l'esposizione a campi magnetici derivati dalle linee elettriche indicano un possibile incremento di leucemie infantili. La valutazione del rischio nell'utilizzo di apparecchi a campi magnetici statici, come quelli utilizzati nella diagnostica per immagini, non è ancora sufficientemente indagata negli studi disponibili. Resta dunque un campo da esplorare, soprattutto a tutela di coloro che usano costantemente tali tecnologie per lavoro.

A fronte di quanto sopra evidenziato appare particolarmente utile porre attenzione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza generati dalle linee elettriche in tensione delle nostre abitazioni relativamente alle quali è anche abbastanza semplice intervenire. I semplici accorgimenti che possono essere presi al fine di ridurre il più possibile il livello dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50 Hz) negli ambienti interni, in special modo nella zona notte, possono essere individuati in:

- ridurre il passaggio di cavi in tensione dietro le testate dei letti;
- usare cavi elettrici schermati vicini ai luoghi di stazionamento;
- evitare di mantenere elettrodomestici ed apparecchi in posizione di stand-by
- prevedere nella zona notte l'uso del Disgiuntore Elettromagnetico (Bioswitch), facendo attenzione che l'apparecchio sia compatibile con l'uso di lampade ad alta efficienza e degli eventuali impianti di antifurto e di emergenza e il non mantenere nella zona notte apparecchi in stand by.

2.5. Approfondimenti tematici

2.5.1. La cogenerazione

La *cogenerazione* è la tecnica di fornitura di energia che combina la produzione di energia elettrica e energia termica portando a rendimenti complessivi molto elevati. Mentre nel passato a causa di limiti tecnologici i cogeneratori erano stati sempre di grandi dimensioni, negli ultimi dieci anni sono stati sviluppati dispositivi di cogenerazione anche di potenza molto limitata da 1-2 kW elettrici fino a qualche centinaio di kW, applicabili quindi anche in ambiti residenziali e del terziario.

L'efficienza generale della cogenerazione rispetto alla generazione separata di energia elettrica e calore porta a una riduzione significativa delle emissioni di anidride carbonica (CO_2) oltre che ad un uso più efficiente del carburante. Se si considera l'efficienza media di un impianto di cogenerazione, intorno al 85-95%, si può affermare che essa è di circa il 30-40% maggiore che non nella generazione separata alimentata con combustibili fossili, e porta conseguentemente una riduzione del 30-40% circa nel consumo del combustibile e nell'emissione di CO_2.

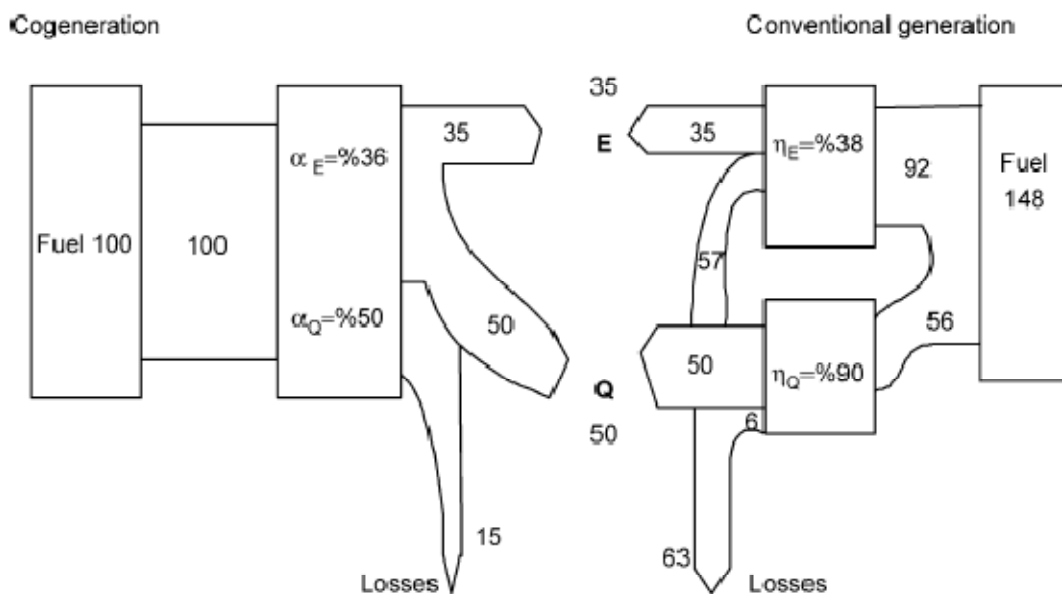



Fig. 1. Cogeneration versus conventional generation [4], where α_E, part of the energy transformed into electricity in a cogeneration unit, α_Q, part of the energy transformed into usable in a cogeneration unit, η_E, electrical yield of an electrical power plant (production of electricity only), η_Q, yield of a boiler (production of heat only), E, electricity demand, Q, heat demand.

Figura. Confronto tra i flussi energetici nella cogenerazione e nella generazione convenzionale.

Nelle normali caldaie i fumi vengono scaricati ad un temperatura intorno ai 150-200 °C. In questo modo si sfrutta solo il potere calorifico inferiore del combustibile. E' possibile recuperare il calore sensibile della massa di fumi e quello latente del vapore d'acqua (utilizzando il potere calorifico superiore del combustibile) facendo uscire i fumi dalla caldaia ad una temperatura intorno ai 50-60°C con un recupero di calore utilizzato per preriscaldare l'acqua di ritorno dall'impianto. Si parla quindi di caldaie a condensazione le quali riescono ad ottenere rendimenti molto elevati (fino a 105%) e riduzioni delle emissioni di NOx e CO fino al 70% rispetto agli impianti tradizionali.

2.5.2. La pompa di calore

La pompa di calore è una macchina termica caratterizzata dall'impiego di energia elettrica (compressore), dall'assorbimento di energia termica all'evaporatore (a bassa temperatura, sorgente fredda) e dalla cessione di una diversa quantità energia termica al condensatore (a più elevata temperatura, sorgente calda). La prestazione della pompa di calore è caratterizzata dal Coefficiente di Prestazione, COP, ottenibile dal rapporto tra l'energia termica utile scambiata e l'energia meccanica consumata. Quanto più elevato è il COP migliore è l'efficienza del sistema.

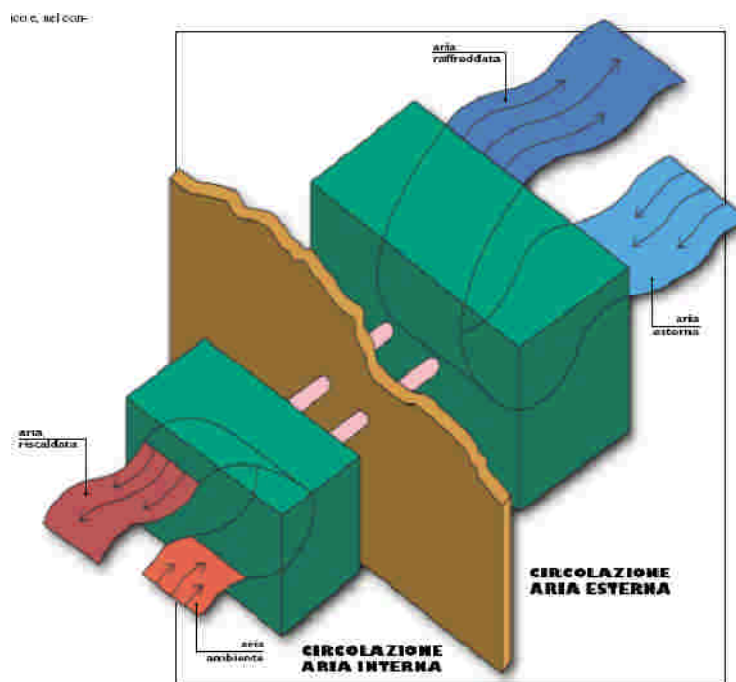



Figura. Schema funzionamento pompa di calore (ENEA).

Le pompe di calore hanno un funzionamento del tutto simile a quello di un frigorifero. Esistono dei sistemi reversibili che possono essere utilizzati sia per riscaldare un ambiente, sia per raffreddarlo. La pompa di calore ha il vantaggio di non richiedere per il suo funzionamento un sistema di scarico dei fumi, ma di necessitare solo di un collegamento elettrico. Il suo posizionamento non richiede un ambiente con caratteristiche specifiche come invece avviene per la caldaia che con potenze elevate richiede una centrale termica. Queste caratteristiche possono essere delle utili opportunità per il progettista in un edificio storico dove spesso si hanno problemi nel posizionare adeguatamente i canali di evacuazione e una centrale termica.

Raffrescamento	Classe	Riscaldamento
3,2 < COP	A	3,6 < COP
3,2 ≥ COP > 3	B	3,6 ≥ COP > 3,4
3,0 ≥ COP > 2,8	C	3,4 ≥ COP > 3,2
2,8 ≥ COP > 2,6	D	3,2 ≥ COP > 2,8
2,6 ≥ COP > 2,4	E	2,8 ≥ COP > 2,6
2,4 ≥ COP > 2,2	F	2,6 ≥ COP > 2,4
2,2 ≥ COP	G	2,4 ≥ COP

Tabella. Prestazioni di diverse tipologie di pompe di calore-frigoriferi.

2.5.3. Qualità dell'aria indoor

La definizione dei requisiti di qualità dell'aria è molto più complessa e delicata di quella relativa agli aspetti termici, poichè il numero delle sostanze coinvolte è elevato e l'impatto di ciascuna sui soggetti esposti (esseri viventi e materiali presenti) può essere molto diverso. Inoltre, bisogna considerare il fatto che è importante non solo la loro concentrazione, ma anche i tempi di esposizione, il che complica ulteriormente l'esecuzione di prove sperimentali che permettano di indicare intervalli di accettabilità.

D'altra parte, per gli esseri umani l'evoluzione naturale ha fatto sì che le sensazioni olfattive rendano possibile il riconoscimento di molte sostanze già a concentrazioni molto inferiori rispetto al

livello di pericolo, segnalandole tramite una sensazione sgradevole. Per correlare le sorgenti inquinanti (cause) con il livello di inquinamento percepito (effetto) sono stati condotti studi sperimentali da vari ricercatori e lo stesso Fanger ha proposto una metodologia per la valutazione del livello di inquinamento e della corrispondente percentuale di insoddisfatti (Fanger 1988), suscitando però molte perplessità legate soprattutto al fatto che: sostanze anche molto dannose non sono affatto percepite (ad esempio, il monossido di carbonio ed il radon), che non sono noti gli eventuali effetti sinergici dovuti alla presenza di più sostanze e che la sensazione olfattiva (oltre ad essere ancora più soggettiva di quella termica) è fortemente influenzata dalla durata dello stimolo. Per questi motivi la metodologia proposta da Fanger non ha ancora avuto una completa accettazione da parte della comunità scientifica.

Alla luce di ciò, si comprende perché non sia ancora oggi facile indicare precisi obiettivi di qualità dell'aria, ma si forniscano solo indicazioni sulle concentrazioni ritenute accettabili: ad esempio, si segnala che il vapor d'acqua produce qualche problema se la sua concentrazione è tale da dare umidità relative estreme, mentre per altre sostanze (gli inquinanti veri e propri) i progettisti possono riferirsi a diversi valori limite di concentrazione (treshold limit values) a seconda dei tempi di esposizione e delle conseguenze sanitarie o olfattive, come quelli riportati in Tabella I.

	C_1 [mg/m^3]	C_2 [mg/m^3]	C_3 [mg/m^3]	C_4 [mg/m^3]	C_5 [mg/m^3]
anidride carbonica (CO_2)	90000	-	54000	9000	inodore
monossido di carbonio (CO)	1650	-	220	55	inodore
monossido di azoto (NO)	120	45	-	30	inodore
biossido di azoto (NO_2)	90	-	1.8	9	51
ozono (O_3)	20	-	-	2	0.2
biossido di zolfo (SO_2)	260	-	-	13	1.2
ammoniaca (NH_3)	350	-	35	38	33
cloro (Cl_2)	75	-	1.5	3	0.007
acido solfidrico (H_2S)	420	70	28	30	0.007
formaldeide (CH_2O)	124	12	6	4	1.2
benzene (C_6H_6)	10000	-	25	5	15
tetracloroetano ($Cl_4C_2H_2$)	1050	-	-	35	24
tetracloroetilene (Cl_4C_2)	3430	2060	1372	686	140
trielina (Cl_3HC_2)	5410	1620	1080	541	120
cloruro di vinile ($Cl\ C_2H_3$)	-	-	0.014	0.003	1400

Legenda:
C_1: valore immediatamente pericoloso per la salute
C_2: valore massimo di concentrazione per esposizioni brevi
C_3: valore massimo di concentrazione in un periodo di 8 ore
C_4: massima concentrazione media in ogni periodo di 8 ore sull'arco di 40 ore settimanali
C_5: soglia olfattiva

Tabella. Valori limite di concentrazione per alcune sostanze (ASHRAE 1999).

Come si è detto la grande quantità di sostanze inquinanti rende difficile individuare un indicatore sintetico di qualità dell'aria. In genere si concentra l'attenzione sulla classe di sostanze che si ritiene causa del principale disagio ossia quella dei bioeffluenti. Data la difficoltà di individuare anche in questo caso dei limiti di riferimento e la difficoltà di misura delle concentrazioni si utilizza un indicatore di qualità indiretto ossia la concentrazione di anidride carbonica. La norma americana ASHRAE 62 – 2001, individua il valore limite per l'accettabilità della qualità dell'aria indoor in una differenza di concentrazione tra interno e esterno di CO_2 pari a 700 ppm. Corrisponde a condizioni di ventilazione ritenute insoddisfacenti da circa il 20% delle persone presenti.

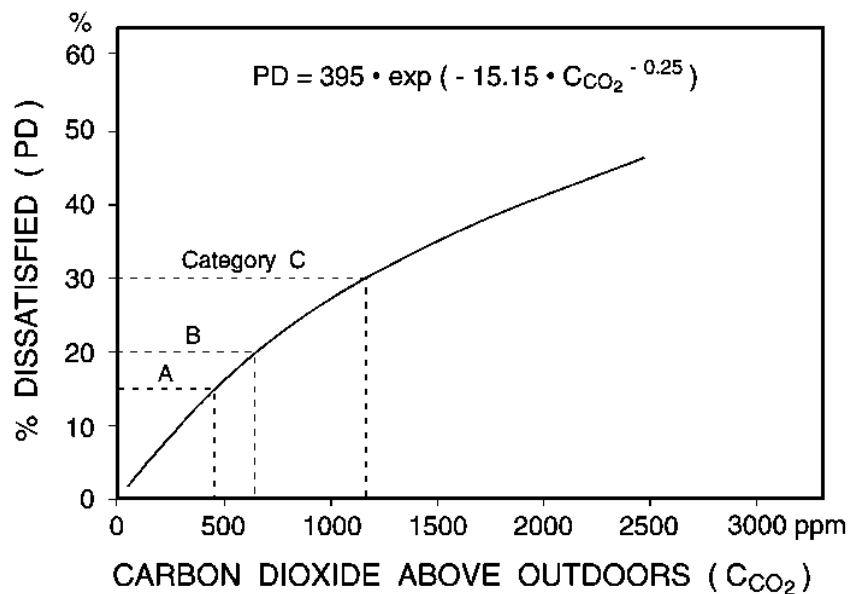



Figura. Discomfort legato alla presenza di inquinanti.

La norma UNI EN 15251 fornisce i valori massimi di concentrazione di anidride carbonica per ciascuna categoria di qualità ambientale. La norma fornisce anche i valori minimi di ventilazione per ciascuna categoria in relazione alla qualità dell'aria in funzione della presenza di persone e del tenore di emissioni di inquinanti.

Categoria	Valore tollerato al di sopra del livello esterno PPM
I	350
II	600
III	800
IV	> 800

		Portata per emissioni inquinanti nell'edificio (l/s/m²)		
Categoria	Portata per persona l/s/pers.	Emissione di inquinanti minima	Emissione di inquinanti bassa	Emissione di inquinanti non bassa
I	10	0.5	1	2
II	7	0.35	0.7	1.4
III	4	0.2	0.4	0.8

Tabella. Limiti di concentrazione di CO_2

2.5.4. Benessere termo igrometrico

Relativamente al rapporto tra condizioni di benessere globale e comfort termo igrometrico, prima di entrare nel merito del presente paragrafo è utile ricordare quanto già detto in precedenza (paragrafo 1.2.2.) ossia di come da un punto di vista tecnico il benessere termo igrometrico si raggiunga solo in una fascia ristretta di valori di temperatura, umidità e velocità dell'aria, e di come la conoscenza dei parametri ambientali comunque non sia sufficiente per valutare in modo completo lo stato di soddisfazione di un individuo in un determinato ambiente e luogo.

Proprio a partire da questa seconda constatazione le relazioni tra benessere e condizioni termoigrometriche di un ambiente sono state a lungo studiate sulla base di sperimentazioni su gruppi di individui inseriti in uno spazio mantenuto in specifiche condizioni ambientali e sono stati messi a punto degli "indici sintetici" in grado di esprimere la soddisfazione o l'insoddisfazione nei confronti del microclima. In particolare la normativa europea e internazionale (ISO, CEN), in materia di comfort termico fa riferimento agli studi del danese P. O. Fanger e la norma di riferimento è la UNI-EN-ISO 7730.

Figura. Diagramma Psicometrico

Sinteticamente si può affermare che le sensazioni termiche nell'uomo sono legate agli scambi di energia tra corpo umano e ambiente, i quali a loro volta dipendono principalmente da:

- temperatura dell'aria;
- umidità dell'aria;
- velocità dell'aria,
- temperatura dell'involucro che contiene l'individuo (temperatura media radiante)
- tipo di abbigliamento;
- attività che l'individuo sta svolgendo.

Sulla base di analisi sperimentali e valutazioni statistiche O. Fanger ha correlato queste grandezze alla soddisfazione per le varie condizioni ambientali analizzate introducendo due parametri: voto medio previsto (PMV) e percentuale prevista di insoddisfatti (PPD). L'indice PMV è un "indicatore standard di soddisfazione", esprime, rispetto ad una scala a sette valori (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3) la sensazione termica di un individuo rispetto alle condizioni nell'ambiente in esame (vedi tabella seguente).

Voto	sensazione
+3	molto caldo
+2	Caldo
+1	leggermente caldo
0	Neutra
-1	leggermente freddo
-2	Freddo
-3	molto freddo

Tabella. Voto medio previsto e scala di sensazione termica

La relazione ottenuta da Fanger è relativamente complessa e viene qui riportata solo per completezza, esistono software appositamente predisposti che ne permettono l'utilizzo. Grazie a essa individuati i valori realmente presenti o previsti delle 6 grandezze in un ambiente è possibile valutare se tale combinazione porti a una situazione più o meno confortevole ottenendo dal modello di Fanger i valori di PMV.

$$
\begin{aligned}
PMV = & \,[0.303\exp(-0.036M)+0.028][(1-\eta)M - \\
& -0.305\{5733-6.99(1-\eta)M-p_a\}-0.42\{(1-\eta)M-58.15\}- \\
& -1.7\,10^{-5}M(5867-p_a)-0.0014M(34-t_a)- \\
& -3.96\,10^{-8}f_v\{(t_v+273)^4-(t_{mr}+273)^4\}-f_v h_c(t_v-t_a)
\end{aligned}
$$

In cui t_a è la temperatura dell'aria, t_v è la temperatura del vestiario e f_v è il fattore vestiario entrambi legati al tipo di abbigliamento, M è il livello del metabolismo legato al tipo di attività, η è il rendimento dell'organismo umano, p_a è la pressione parziale di vapore legata all'umidità relativa e alla temperatura dell'aria, t_{mr} è la temperatura media radiante, h_c è il coefficiente di scambio convettivo legato alla velocità dell'aria.

Gli esperimenti di Fanger hanno messo in luce che i giudizi espressi dai singoli individui presentavano dispersione attorno al valore medio. Al PMV è stato quindi correlato un secondo indice, il PPD, il quale descrive la percentuale di soggetti che esprimono un voto non favorevole rispetto alle condizioni ambientali considerate. Sulla base delle indagini statistiche, si è ottenuta la relazione seguente:

$$PPD = 100 - 0.95\exp[-(0.03353\,PMV^4 + 0.2179\,PMV^2)$$

Dalla figura successiva che rappresenta tale correlazione si puo' notare che al valore nullo per il PMV corrisponde un valore del 5% come percentuale prevista di insoddisfatti. Questo evidenzia la grande diversità tra le risposte soggettive e soprattutto come sia impossibile realizzare in un ambiente condizioni di comfort termoigrometrico per tutti, dato che per PMV = 0, ossia in condizioni che mediamente vengono dichiarate di comfort, almeno il 5 % degli individui non si considerano in condizioni di benessere.

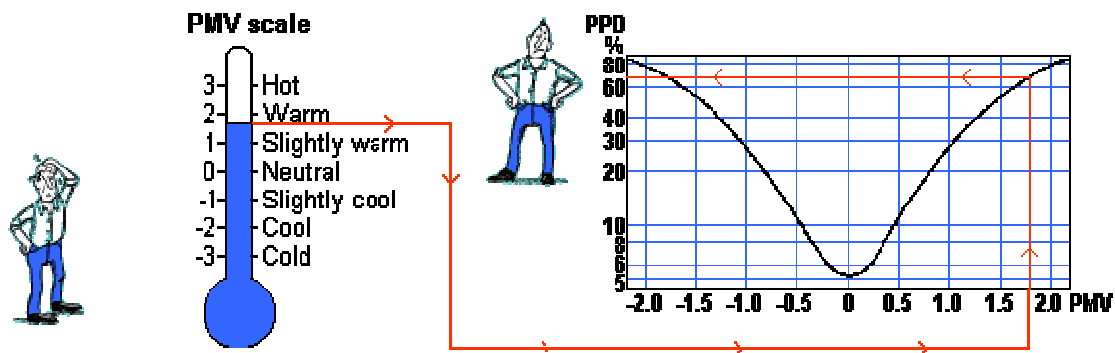



Figura. Voto medio previsto e percentuale di insoddisfatti (Innova).

La norma UNI-ISO 7730 prevede che per avere condizioni di comfort accettabile all'interno di un ambiente si abbiano valori delle grandezze ambientali tali da portare a un valore di PMV e PPD compresi nell'intervallo:

$$-0{,}5 \leq PMV \leq +0{,}5 \quad \Rightarrow \quad \text{PPD} < 10\%$$

Sono inoltre previste delle classi di qualità ambientale relative al comfort decrescenti da A a C con valori degli indici PPD e PMV riportati in tabella. Individuati i valori delle 6 grandezze realmente presenti o previsti in un ambiente è possibile valutare se tale combinazione porti a una situazione più o meno confortevole ottenendo dal modello di Fanger i valori di PMV e PPD.

Categoria	**Comfort globale**	
	PPD %	PMV
A	<6	-0.2<PMV<+0.2
B	<10	-0.5<PMV<+0.5
C	<15	-0.7<PMV<+0.7

Vale la pena notare a questo punto come le condizioni di comfort dipendono "termicamente" da due temperature: temperatura dell'aria e temperatura media radiante dell'involucro dell'ambiente considerato. E' possibile raggiungere comunque condizioni di comfort con diverse combinazione delle due. I sistemi di riscaldamento tradizionali agiscono sull'aria mentre i sistemi a pavimento o soffitto o parete radiante innalzano la temperatura radiante e permettono quindi di abbassare la temperatura dell'aria. Ragionamenti dello stesso tipo possono essere fatti anche per umidità relativa e velocità dell'aria.

In conclusione quando sono fissate l'attività del soggetto, il suo abbigliamento (Icl), e un determinato microclima (ta, va, URa, tmr), è possibile ottenere il PMV, cioè determinare il giudizio che un individuo medio darebbe sulle condizioni di comfort termoigrometrico nell'ambiente. Quando delle sei variabili suddette ne siano fissate solo cinque è possibile stabilire quale valore deve essere assegnato alla sesta perché nell'ambiente si realizzi la condizione di comfort (PMV=0). Delle quattro grandezze ambientali quella che influisce in misura minore sulla sensazione termica descritta dall'indice sintetico PMV è senz'altro *l'umidità relativa,* viceversa quelle le cui variazioni maggiormente influenzano la sensazione termica sono la *temperatura dell'aria* e la *temperatura media radiante*. una progettazione attenta deve riuscire a definire un sistema involucro-impianto in grado di mantenere all'interno degli edifici dei valori delle grandezze ambientali compatibili con il benessere degli occupanti e in questo processo le valutazioni di PMV e PPD sono un valido ausilio.

2.5.5. Fattori di discomfort localizzato

L'approfondimento delle esperienze di Fanger ha mostrato che un valore di PMV compreso tra + 0.5 e - 0.5 è condizione necessaria ma non sufficiente per il comfort.
Esiste, infatti, la possibilità che in alcune zone di un ambiente, le variabili che determinano il comfort subiscano delle notevoli variazioni dando luogo a fenomeni che ingenerano condizioni di discomfort locale. Le quattro principali cause di discomfort locale sono state individuate in:

- elevata differenza verticale di temperatura;
- pavimento troppo caldo o troppo freddo;
- presenza di correnti d'aria;
- elevata asimmetria della temperatura media radiante.

Le correnti d'aria possono provocare un raffreddamento locale del corpo umano. Sperimentalmente si è verificato che la sensazione di discomfort da corrente d'aria è influenzata dal valore massimo e dalle fluttuazioni di velocità istantanea. Sono tanto meglio tollerate poi le correnti di aria calda rispetto a quelli di aria fredda e le parti del corpo più sensibili sono la testa, il collo, le spalle e le caviglie. Si può valutare una percentuale di persone insoddisfatte a causa di questi fenomeni attraverso la relazione:

$$DR = (34 - t_a)(v_a - 0 - 05)^{0.62}(0.37 v_a T_u + 3.14)$$

Essa è valida per individui in attività leggera o sedentaria, per le parti del corpo scoperte e limitatamente ad una temperatura dell'aria compresa tra i 20 ed i 26 °C, con T_u intensità di turbolenza in genere assunta pari a 0,40. Se il valore della velocità dell'aria è inferiore a 0,05 m/s, il valore per v_a è comunque assunto pari a 0,05 m/s.

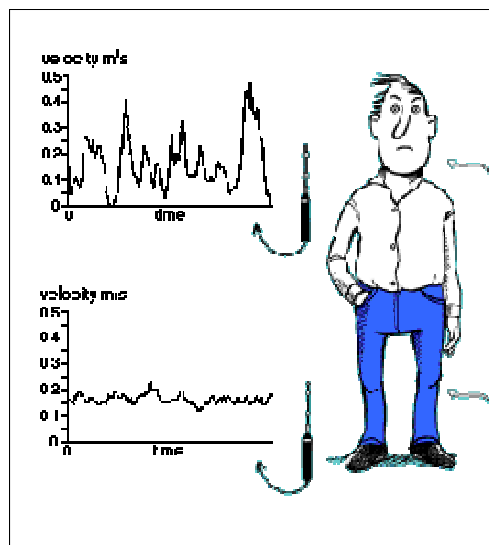



Figura. Discomfort locale: correnti d'aria (Documentazione Innova).

La relazione precedente lega direttamente l'intensità di turbolenza T_u a t_a e v_a: è possibile tracciare delle curve a T_u costante che correlano la temperatura e la velocità dell'aria in corrispondenza del valore massimo ammesso per una percentuale di insoddisfatti, PPD, del 15%.

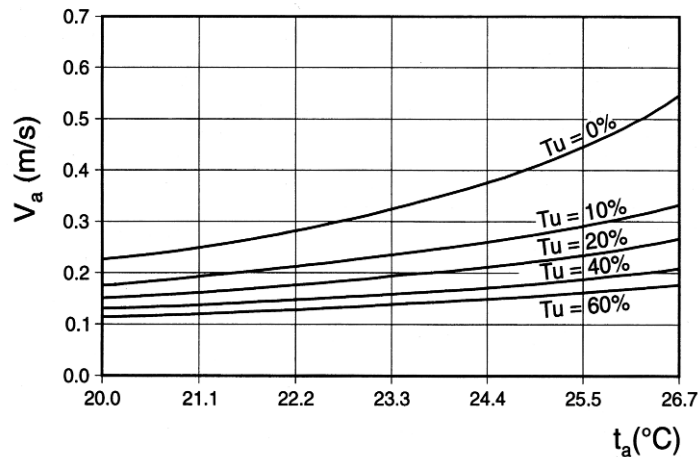



Figura. Valore massimo della velocità dell'aria in funzione della temperatura ambiente con una percentuale di insoddisfatti, PPD, pari al 15%.

E' importante tenere sotto controllo anche il gradiente verticale di temperatura. Le differenze di temperatura dell'aria portano alla sua stratificazione: l'aria più calda e meno densa si accumula in prossimità del soffitto mentre vicino al pavimento si trova l'aria più fredda e densa. Una persona può trovare così con parti diverse del corpo a temperature diverse e questo provoca un'indesiderata sensazione di disagio. In particolare si e' potuto constatare che una temperatura dell'aria a livello della testa maggiore di quella a livello delle caviglie può originare discomfort localizzato, mentre nel caso inverso, temperatura a livello delle caviglie maggiore di quella a livello della testa, il soggetto non avverte in genere alcun discomfort.

Figura. Discomfort locale: gradiente verticale di temperatura.

Fanger ha correlato sperimentalmente l'effetto che la differenza di temperatura dell'aria tra i due livelli ha sulla percentuale di persone insoddisfatte. Nel grafico della figura seguente, è riportata la correlazione tra percentuale di insoddisfatti e valori del gradiente. Il valore considerato accettabile per il gradiente verticale della temperatura, ossia per avere una percentuale di insoddisfatti (PD) inferiore al 5%, è quello che porta ad una differenza massima di 3 °C tra il livello delle caviglie (considerato a 0,1 m dal pavimento) e quello della testa di una persona seduta (1,1 m sul pavimento). In figura è riportata la relazione sperimentale tra percentuale di insoddisfatti e variazione verticale testa-piedi della temperatura dell'aria.

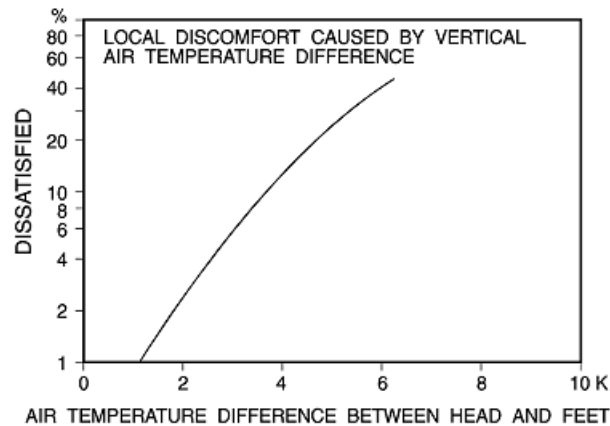



Figura. Percentuale di insoddisfatti a causa del gradiente verticale di temperatura.

La temperatura del pavimento può creare discomfort locale ai piedi. Questo tipo di discomfort si valuta sia nel caso di persone scalze, sia nel caso di persone con scarpe. Nel caso di ambienti dove si suppone che gli utenti restino scalzi, la sensazione varia in base al materiale con cui è costituito il pavimento oltre che la temperatura di questo. Nel caso in cui gli occupanti indossino le scarpe, il materiale del pavimento non influisce, ma è il tipo di scarpe e calze ad influenzare la sensazione termica. L'indice microclimatico è rappresentato dalla percentuale PPD di insoddisfatti proposto da Olesen e da Fanger riguardo ai soggetti scalzi e con scarpe. La valutazione può essere fatta utilizzando i grafici delle figure seguenti, dai quali si può osservare che la temperatura del pavimento deve essere compresa tra circa 20°C e 30°C.

Figura. Discomfort locale: pavimento caldo o freddo (Documentazione Innova).

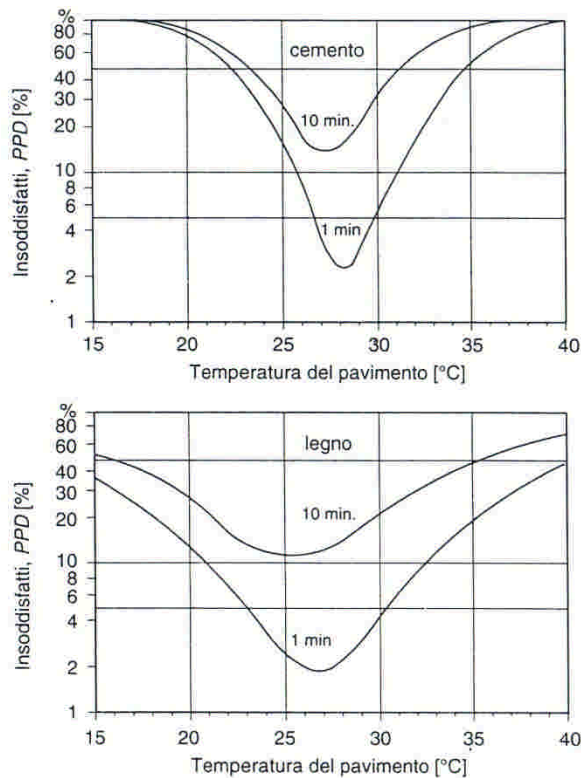



Figura. Discomfort localizzato per tempertura del pavimento troppo alta o bassa

La sensazione che gli individui provano, nei riguardi della temperatura dell'aria di un ambiente, varia nel caso in cui vi sia una diversa temperatura media radiante delle superfici "viste" dagli occupanti. Questa situazione avviene ad esempio in inverno quando sono presenti superfici vetrate di notevole dimensione; si viene ad avere una dissimmetria negli scambi radiativi da parte del soggetto. Parti diverse del corpo scambiano radiativamente energia in maniera differente e avverto sensazioni differenziate di caldo o freddo. Tale asimmetria della temperatura piana radiante, Δt_r, può provocare disagio nell'occupante.

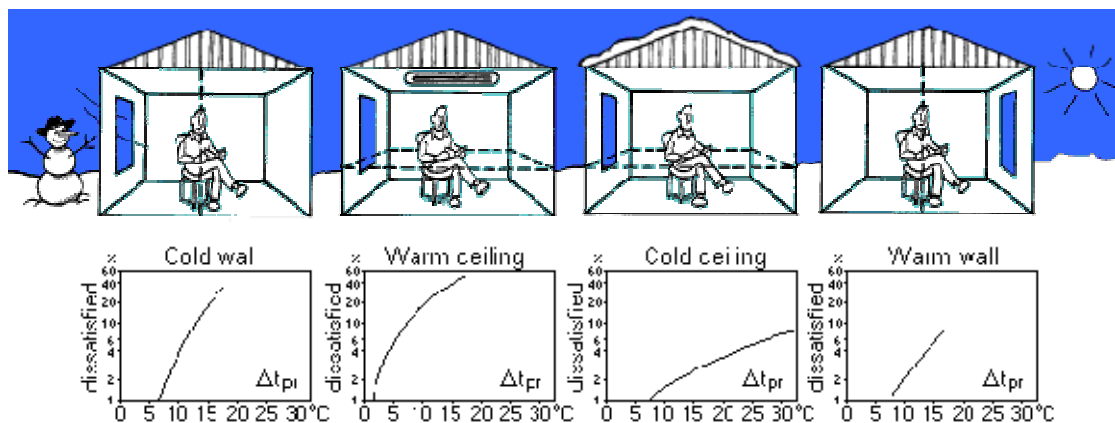



Figura. Discomfort locale: asimmetria temperatura radiante (Fonte: Innova).

La relazione tra la percentuale di persone insoddisfatte PD e l'entità dell'asimmetria della temperatura piana radiante Δt_r e' rappresentata nel grafico seguente, che mostra quattro curve relative alla presenza in ambiente di superfici verticali ed orizzontali calde e fredde. Si può notare come queste curve, da sinistra verso destra nel grafico, sono relative a soffitto caldo, parete fredda, soffitto freddo e parete calda: a parità del valore in [°C] dell'asimmetria queste curve si dispongono quindi in ordine decrescente del valore di persone insoddisfatte.

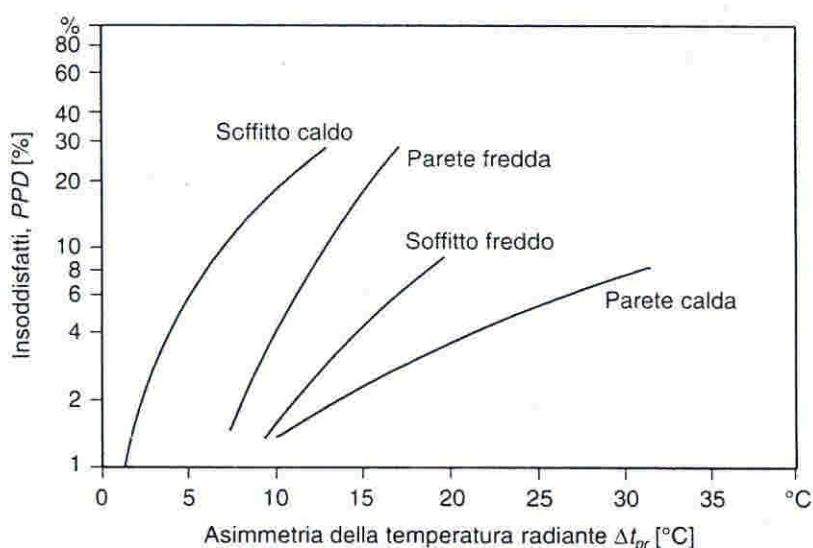



Figura. Discomfort localizzato per asimmetria temperatura radiante

Da tutto quanto sopra risulta evidente come progettare in modo corretto un impianto per renderlo realmente capace di un sufficiente comfort termico è cosa complessa e che richiede una attenzione progettuale superiore a quella a cui si ricorre nella progettazione ordinaria, la cosa è ovviamente ancora più complessa negli edifici storici.

2.6. Bibliografia di riferimento

De Santoli Livio, "Gli aspetti energetici nella conservazione dei beni culturali", Trattato di restauro a cura di G. Carbonara, UTET,2007, Torino

De Santoli Livio, Mariotti M., "Uso efficiente dell'energia negli edifici del patrimonio culturale", Congresso internazionale AiCARR impianti energia e ambiente costruito", Tivoli, 8-9 giugno 2009.
Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, "Linee Guida per l'uso efficiente dell'energia nel patrimonio culturale", 2010, Roma.

F. Peron, S. Fochesato, G. Rossi, M. Strada, *La scelta della tipologia impiantistica all'interno di edifici storici: un caso studio palazzo Priuli-Manfrin*, Atti 54° Congresso ATI, 13-15 Settembre, 1999, L'Aquila.

F. Peron, E. Grinzato e M. Strada, *Moisture monitoring of historical buildings by long period temperature measurements*, SPIE Conference on Thermosense XXI, 11-14 April, 1999, Orlando (USA).

F. Peron, R. Chiesa, M. Strada, *Risultati di Indagine sulla qualità dell'aria all'interno di edifici di interesse storico-artistico a Venezia e Padova*, Quaderni DCA, 7/FT, Dipartimento di Costruzione dell'Architettura - IUAV, 1997, Venezia .

F. Peron, M. Strada, A. Carbonari, L. Porciani, P. Romagnoni, 2002, *The microclimate analysis of Tezone 105 of Venetian Arsenale*, Journal of Cultural Heritage, 3, pp.89-92.

F. Peron, F. Cappelletti, L. Porciani, P. Romagnoni, A.G. Stevan, *The use of computational fluid dynamics for microclimate investigations: the "Camera Picta" case*, 6th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, 5-7 aprile, 2004, Lisboa (P).

F. Peron, F. Cappelletti, E. Mattiucci, P. Romagnoni, *Considerations about the radiative heating in historical churches: the case of Gambarare (Venice)*, "Clima 2000" Congress, Losanna 9-12 October, 2005.

F. Peron, E. Grinzato, M. Gava, *The environmental and anthropogenic hazards of monuments visualization procedure by IR thermography and numerical modelling*, Proceedings of MONUBASIN 2010, Patras, Greece.

3. EDILIZIA STORICA, DESTINAZIONE D’USO, SCELTE PROGETTUALI ED IMPIANTI

(a cura di Irina Baldescu e Sergio Calò)

3.1. Premessa

Le scelte progettuali nell’ambito del recupero di un edificio storico sono determinate da diversi fattori: la destinazione d’uso va definita non solo in relazione alle necessità, ma – compatibilmente con le prescrizioni urbanistiche – anche in relazioni alla compatibilità della struttura con le richieste imposte dalle normative per la destinazione d’uso particolare. Nella valutazione della “compatibilità” entrano fattori connessi alle caratteristiche storiche dell’edificio, alle stime economiche, ai valori simbolici.
Le normative e i regolamenti attuativi specifici, le linee-guida riguardanti il progetto e le scelte tecnico-operative, elaborate per diversi campi, assumono un duplice valore:
il primo è di limitare il progettista a determinati metodi di approccio, compatibili con l’edificio storico, senza diventare un “libro di ricette”;
il secondo, consequenziale al primo, è di promuovere scelte tecniche adeguate e aiutare il progettista nel suo percorso.
Le soluzioni adottate nel recupero di un edificio storico dovranno convergere nella valutazione attenta delle potenzialità attuali e nell’ assegnazione di un adeguato sistema impiantistico, dimensionato in modo minimale e poco invasivo, che permetta lo svolgimento delle attività nelle condizioni di comfort termoigrometrico, acustico e luminoso richieste dagli utilizzatori e dall’attuale quadro normativo.

3.2. Tutela e conservazione degli edifici storici: inquadramento normativo

Per chiarire la sfera concettuale, bisogna specificare in termini più tecnici alcuni concetti che in linguaggio comune sono usati in modo assai indistinto.

La tutela dei beni culturali, in Italia, è di competenza esclusivamente statale. Lo stato collabora con gli enti regionali e locali per la vigilanza. La legislazione nazionale di tutela dei beni culturali – decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, con successive modificazioni – non conosce, nell’ambito della tutela dei beni culturali, dei “gradi” diversi di tutela.

Dal punto di vista della tipologia dei beni, distingue tra “beni culturali” (art. 10), che possono essere cose mobili o immobili, e “beni paesaggistici” (dove il senso del “paesaggio” è l'aspetto visivo del territorio, art. 131). Nel linguaggio comune, un bene immobile si definisce “vincolato” - fossile linguistico delle legislazioni precedenti - se è dichiarato di interesse culturale, ai sensi della legislazione vigente dei beni culturali (v. artt. 12, 13).

Anche in assenza di un provvedimento dichiarativo dell’interesse culturale, gli elementi decorativi, gli affreschi, gli stemmi, le superfici decorate, le lapidi ecc., sono comunque tutelati per legge (art. 11), indifferentemente se esposti o no alla pubblica vista. L'intervento su un immobile o un bene mobile soggetto a tutela deve essere autorizzato dalla Soprintendenza competente (art. 21), autorizzazione che viene richiesta su presentazione del progetto, direttamente dall'ente o dal privato interessato.

Nella normativa di livello regionale e locale, invece, si ritrovano dei provvedimenti mirati alla conservazione dell’edilizia storica nell'ambito della legislazione urbanistica, di competenza regionale (PTRC, PRG, piani particolareggiati, regolamenti edilizi ecc.). Per esempio, nel PRG di ogni singolo comune si definiscono aree di tutela con diverse prescrizioni, talvolta anche con indicazioni precise relative al tipo di intervento permesso per singoli edifici ecc. Queste “categorie” di intervento provano a definire il proprio campo mutuando il lessico della teoria del restauro, ma non hanno un riferimento preciso nella legislazione di tutela dei beni culturali; appunto, appartengono alla legislazione di tipo urbanistico.

Dal punto di vista del D.lgs. 42/ 2004, i centri storici, nel loro insieme, possono però essere oggetto di tutela come beni paesaggistici: in questo caso, in sede di autorizzazione dell'intervento è il

comune a chiedere il parere della Soprintendenza (con il procedimento descritto all'art. 146). Le due amministrazioni valutano i singoli progetti con i propri criteri, per i propri ambiti di competenza.

E' ovvio che tutte queste iniziative legislative, indipendente dalla loro genesi, dovrebbero convergere e cooperare per la conservazione del patrimonio.

3.3. Destinazione d'uso dell'edificio storico ed impianti

3.3.1. La scelta operativa: logiche manutentive, risparmio energetico, prestazioni

3.3.1.1. La logica manutentiva e il risparmio energetico

Le scelte di progetto riguardanti la trasformazione d'uso o l'adeguamento energetico degli edifici, sia per quanto riguarda la predisposizione di interventi, sia per il programma di controllo e manutenzione, sono da definire dopo un attento studio e la conoscenza capillare dell'edificio (o del complesso).

La logica manutentiva è indispensabile per l'edilizia storica, e corrisponde alla necessità di pianificare e predisporre interventi mirati e una corretta gestione e salvaguardia del patrimonio. Nella logica della manutenzione – esigenza primaria nell'edilizia storica – che include anche una componente di consumo energetico, diventa evidente la sinergia fra conservazione e valorizzazione energetica. La valorizzazione energetica rende meno onerosa la manutenzione, diventando una valenza conservativa in sé.

Il piano di manutenzione, introdotto dalla legge quadro in materia di lavori pubblici (L.109/1994) e reso obbligatorio per tutti gli interventi effettuati su opere pubbliche, auspica un costante monitoraggio dell'edificio, che tecnicamente può accompagnarsi al monitoraggio ambientale dello stesso. E' bene chiarire però che i criteri definiti per l'edilizia di nuova costruzione (volti a mantenere sufficientemente elevato il livello delle prestazioni che l'edificio fornisce), non sono facilmente adattabili a edifici il cui valore principale è la storicità. In questi casi è fondamentale impostare un'analisi che tenga conto di alcuni fattori collaterali, derivanti sia dalle normative vigenti, sia dagli aspetti tecnici peculiari di ogni singolo manufatto.

3.3.1.2. Prestazioni energetiche: il "range" di valori come metodo di valutazione

La conservazione del bene è da abbordare con la valutazione dell'edificio nella sua completezza, con la sua analisi come sistema complesso e dinamico, costituito da un insieme tecnologico e da un insieme ambientale. Nell'analisi dello stato attuale, in vista della progettazione dell'intervento vanno valutati diversi tipi di dati:
Dati riguardanti la costruzione fisica – materiali, spessore delle murature, dei solai, tipologie di infissi, presenza di ponti termici;
Dati connessi alla localizzazione e posizione sul sito dell'edificio: - esposizione, orientamento dei corpi di fabbrica (che incide sul calore assorbito dalle murature), soleggiamento degli ambienti interni (connesso alla posizione delle finestre), esposizione ai venti, rispettivamente l'intensità degli stessi;
Dati connessi agli impianti esistenti – posizione delle tubature/ dei passaggi all'interno di muri di solai; capacità attuale dell'impianto.

Nell'ottica di una corretta scelta operativa, è preferibile partire da una corretta valutazione delle prestazioni che l'elemento è in grado di fornire, studiandole e analizzandole in modo analitico per ogni singolo elemento dell'intero sistema.
Un progetto di intervento basato su dei dati stabiliti a priori su materiali, requisiti ambientali, energetici, funzionali e prestazionali non è automaticamente adattabile all'edilizia storica, in quanto non è possibile estendere a elementi e materiali già posti in opera le stesse caratteristiche dei materiali moderni.

La tecnologia informatica ci consente di valutare le prestazioni energetiche degli interventi attraverso proiezioni e simulazioni, senza interventi diretti (cap.6); tale strumento è di notevole aiuto, permettendo oggi, con adeguata interfaccia grafica, di avere valutazioni progettali e previsioni prestazionali irraggiungibili fino a pochi anni fa.

Come si vedrà anche più avanti (cap 2.4), grazie a soluzioni informatiche che proponiamo in queste pagine, si potranno avere a disposizione degli addetti ai lavori indicazioni operative e tecnologiche avanzate, sempre aggiornate.

La complessità dell'architettura storica richiede adattamenti metodologici per definire i livelli adeguati di prestazione. È necessario, infatti, declinare questa metodologia in funzione delle peculiarità degli elementi analizzati (caratteristiche fisiche, costruttive, stato di conservazione) e delle condizioni d'uso all'interno dell'edificio, individuando i requisiti che meglio possono descrivere il comportamento dell'elemento.

Ancora una volta possiamo rifarci a quanto affermato dal D.lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali), che definisce l'intervento di restauro come "combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta".

Per definire la scelta operativa, la valutazione deve stimare un intervallo di valori prestazionali ottimali da ottenere, evitando di scendere al di sotto del limite inferiore, ma senza l'obbligo di raggiungere il valore limite superiore. Si possono programmare così interventi di modifica (che agiscono quindi sulle caratteristiche dei materiali) o imporre delle limitazioni d'uso (quello che determina la variazione dei parametri-quadro di valutazione), per determinare le potenziali prestazioni compatibili con l'edificio storico e con il sistema tecnologico.

3.3.2. La scelta operativa: destinazione d'uso e compatibilità

3.3.2.1. Scelta della destinazione d'uso: criteri e impostazione del problema

Il progetto di adeguamento, di ristrutturazione, di restauro in senso più largo, di un edificio o di un complesso di interesse storico ha, come fine primario, la conservazione sostenibile (nel senso di non togliere alle generazioni future la possibilità di identificare, nella fabbrica, gli stessi valori materiali e simbolici che noi leggiamo oggi) e integrata (nel senso dell'inserimento dell'edificio oggetto di restauro all'interno di un contesto urbano, sociale e tecnologico)..

L'adeguamento funzionale è dunque un passaggio fondamentale per garantire la permanenza dell'edificio, permettendo la valorizzazione e la conservazione integrata dello stesso nel tessuto del territorio. Rendere nuovamente vitale l'edificio storico, ma con la conservazione della materia originale, nel rispetto dei requisiti di tutela in generale, in particolare nei casi di interesse storico-artistico per la presenza di superfici di pregio, rappresenta un investimento per il futuro nel territorio, per la cultura, per la perpetrazione dei segni della nostra civiltà.
L'adeguamento funzionale, l'inserimento di una nuova funzione all'interno dell'involucro storico dell'edificio/complesso, non è il fine dell'intervento, ma un mezzo per perseguirne la conservazione.

Per individuare una destinazione d'uso compatibile, in linea con i principi della conservazione integrata (come definiti nella Carta del Patrimonio Europeo del 1975 e nella Dichiarazione di Amsterdam), occorre verificare alcuni parametri a scala architettonica e urbana.

Compatibilità a scala architettonica.
Nel considerare la sequenza di valori che possono dare un corretto approccio metodologico, si possono definire indispensabili i seguenti passaggi:

1. Verifica della funzione in base alla compatibilità con i supporti originali, dei contenuti da conservare e il valore formale dell'edificio;
2. Verifica della funzione in base alle modifiche che la stessa imporrebbe alle strutture portanti dell'edificio;
3. Verifica della funzione in base alla compatibilità sociale – culturale e simbolica del bene. Questo passaggio presuppone una fase di comprensione della proiezione che l'edificio o il complesso ebbe nell'immaginario della comunità, nella storia e nella contemporaneità.

Compatibilità a scala territoriale.
In questa valutazione si deve allargare la prospettiva sull'intervento, dal puntuale e particolare, al contesto urbano e territoriale, cercando di identificare:

L'esistenza di funzioni similari o complementari a quella individuata per l'edificio/complesso che permettano di avviare una eventuale sinergia sistemica – collaborazione funzionale;

Le interrelazioni tra l'edificio/complesso oggetto dell'intervento e i nuclei abitativi, i tessuti urbani contigui;

L' accessibilità all'edificio/complesso, con attenzione alle vie d'accesso, ai mezzi di trasporto pubblico, alle reti di comunicazione, ecc.;

La congruenza della destinazione d'uso con gli strumenti urbanistici vigenti.

Nella valutazione e nel processo decisionale descritto sopra devono essere coinvolte competenze tra le più varie, al fine di ottenere, da tutti i componenti, una specifica capacità operativa, conseguente ad una conoscenza approfondita della propria materia, che il singolo amministratore o proprietario del bene non può avere.

Queste considerazioni indicano un possibile approccio per la valutazione della destinazione d'uso da scegliere; il processo non predilige a priori una funzione o l'altra, ma indica un percorso di analisi, che fa emergere priorità di contesto nel determinare l'uso dell'edificio/complesso.

Per riassumere, si deve dire che nella scelta della destinazione d'uso (come anche nella conseguente fase dell'adeguamento impiantistico, di cui sotto), il progettista deve affrontare una molteplicità di problematiche tecnico-operative.
Queste dipendono da composite variabili sintetizzabili in modo trasversale in macro settori:

A. Destinazione d'uso dell'edificio/complesso;
B. Collocazione geografica generale e particolare del manufatto (dal territorio al tessuto urbano);
C. Tipologia/e costruttiva e eventuali variazione negli anni;
D. Stato conservativo dell'edificio/complesso;
E. Tipologia del/dei vincoli al quale l'edificio/complesso è sottoposto;
F. Finanziamento a disposizione per l'attuazione del progetto;

Quest'ultimo punto rappresenta essenzialmente la mediazione fra le scelte ideali e le scelte realmente attuabili.

3.3.2.2. Compatibilità impiantistica della destinazione d'uso

Una successiva fase più specifica è rappresentata dalla verifica della destinazione d'uso scelta, che impone un determinato carico impiantistico da inserire, con la materia storica, con il sistema impiantistico generale preesistente.
Questa fase della valutazione si ricollega alla verifica della funzione in base alla compatibilità con i supporti originali, con i contenuti da conservare e con il valore formale dell'edificio; tale processo di valutazione, necessario in tutti i casi, diventa particolarmente importante nel caso di edificio con superfici di pregio.

L'inserimento della nuova destinazione d'uso e il conseguente adeguamento impiantistico (se necessario) ha ripercussioni precise nella fase esecutiva, operando sull'interfaccia interno-esterno dell'edificio, e diventa di conseguenza uno dei punti nevralgici dell'intero progetto. Si dovranno infatti rendere coerenti le esigenze dei nuovi utenti con le caratteristiche storico – architettoniche; più queste sono complesse, più l'intervento necessita di tecnologie e scelte applicative aggiornate.

Nella fase progettuale si dovrà quindi considerare un altro fondamentale aspetto metodologico: l'intervento deve prevedere solamente le azioni minime e indispensabili al fine di rendere funzionale la struttura, con attenzione principalmente alla salvaguardia dell'integrità materico – architettonica della stessa.

Il concetto del minimo intervento (citiamo qui nella formulazione di Giorgio Bonsanti) valuta l'equilibrio fra quantità, qualità ed efficacia delle azioni, in rapporto sinergico con il valore materico e simbolico del manufatto.

Si può quindi sintetizzare che, sia nel momento della individuazione della nuova destinazione d'uso di un edificio storico che nelle fasi di progettazione e di realizzazione dell'intervento, la base della scelta operativa è costituita dallo studio dello stato di fatto: l'analisi del rapporto dell'edificio con il suo contesto ambientale, l'analisi dell'edificio in sé (con i criteri architettonici, ingegneristici, impiantistici, considerando la consistenza materiale ecc.) diventa un momento di scelta operativa che influisce su tutte le azioni successive.

Con riferimento ai macro-settori di cui sopra, si dovrebbe dire che conta molto, nelle scelte, anche la cultura e la flessibilità di interpretazione del progettista e dei suoi collaboratori, lo stato di aggiornamento e le conoscenze tecniche di ogni soggetto chiamato ad operare sull'oggetto dell'intervento.

L'azione di comprendere il ruolo di tutti gli elementi che possono essere conservati e valorizzati nell'edificio/complesso in vista della sua fruizione, alcuni per le qualità storico artistiche, altri come base da riconvertire ai sensi del risparmio energetico, diventa fattore motrice dell'azione. Le due istanze, storico-artistica ed energetico-ambientale, possono infatti essere concorrenti alla salvaguardia del patrimonio.

Nello specifico dell'adeguamento energetico, dell'inserimento di materiali o tecnologie avanzate mirate alla conservazione e alla miglior fruizione dell'immobile (condizioni di benessere e salubrità ecc.), che si potrebbero raccogliere sotto il termine di "sistemi impiantistici", si corre il rischio di non avere sempre a disposizione una soluzione idonea. Tenendo presente anche il criterio di minimo intervento di cui sopra, risulta che si deve avere una vasta gamma di conoscenze tecniche e di soluzioni adeguate, per affrontare questo problema poliedrico.

3.3.2.3. Scelte operative: l'analisi e le decisioni

Adoperando un altro volta il paradigma medico, consacrato nel pensiero del restauro, queste fasi si potrebbero identificare con l'anamnesi preliminare e il check-up dell'organismo architettonico.

La scelta operativa conseguente alla variazione d'uso e al manifestarsi di un intervento, seppur minimo d'introduzione o adeguamento dei sistemi impiantistici, deve valutare, sia per l'esterno sia per l'interno dell'edificio, principalmente le seguenti fasi:

La fase di anamnesi e analisi:

- Ricerca storica e documentaria sull'edificio e sul contesto ambientale di riferimento;
- Ricostruzione delle fasi storiche di edificazione e variazione;
- Rilievi e riproduzioni grafiche;
- Classificazione delle eventuali superfici di pregio;
- Eventuale campagna di indagini diagnostiche sui materiali costitutivi ;
- Diagnostica della situazione statica;
- Diagnostica energetica – ambientale;
- Individuazione dei requisiti energetici ed ambientali indoor ed outdoor congrui con l'edificio a cui tendere.

Il progetto e l'intervento:

- L'efficacia e la coerenza dell'intervento rispetto ai requisiti individuati, all'utenza dell'edificio/complesso;
- Il rispetto delle normative di riferimento per gli adeguamenti quali: sismico, di sicurezza, antincendio, di portata, igienico sanitarie, energetiche, etc.;
- La funzionalità delle soluzioni;
- Il rispetto delle materiali costitutivi del fabbricato;
- La compatibilità conservativa su eventuali superfici di pregio.

E' auspicabile anche la realizzazione di un manuale d'uso, che possa fornire al proprietario e all'utente dell'edificio/complesso le semplici regole atte alla corretto utilizzo della struttura dal punto di vista della conservazione della materia, in relazione all'aspetto energetico ambientale. In effetti, se nel caso del risparmio energetico si sono visti moltiplicare i manuali di adeguamento energetico, l'aspetto della corroborazione con la conservazione della materia storica (e con le istanze della

bioecologicità, ma su questo in un altro capitolo) è stato trascurato e quasi mai trattato nel caso di superfici di pregio.

Tutte queste variabili interconnesse creano una ramificazione di co-fattori, tale da rendere ancora più complesso il progetto.

Si deve distinguere in materia di scelte, in questa problematica molto articolata, tra le decisioni soggettive e le soluzioni oggettive.
Sono da intendere come soluzioni oggettive le scelte imposte dalla legislazione, dai conseguenti decreti attuativi ecc., che talvolta danno delle indicazioni molto chiare per le azioni. Come decisioni soggettive sono da considerare invece, tutte le variabili che, anche nel rispetto del quadro legale, sono lasciate alla valutazione dei singoli, secondo le conoscenze del tecnico e le particolarità del manufatto. Possono quindi rientrare in questo gruppo tutte le scelte “di buon senso”, nell’ambito dei macro settori elencati.

Al fine di dare soluzioni pratiche agli addetti ai lavori, si propone come tema di studio l’approntamento di un sistema operativo complesso (che si esplicherà approfonditamente nel capitolo 3.4) composto da un data base con aggiornamento costante, un software utile a selezionare gruppi di soluzioni legislative e/o tecniche inerenti il problema evidenziato dall’utente, un metodo valutativo diretto da parte di esperti e tecnici dei settori. La scelta operativa, una volta identificata la destinazione d’uso e fatto i passaggi fondamentali di conoscenza elencati prima, viene supportata da un sistema operativo concepito proprio per le specifiche del settore.

3.4. Impianti e conservazione delle opere

3.4.1. Approccio metodologico: progettare gli impianti con i criteri del restauro

3.4.1.1. Minimo intervento, compatibilità, reversibilità

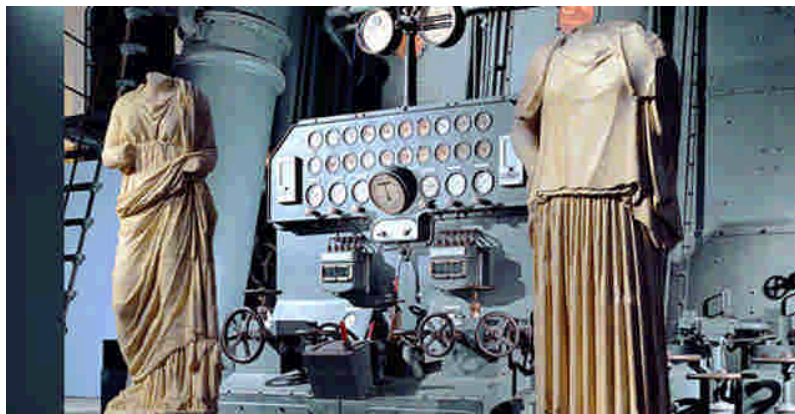
Nel trattare il tema dell'inserimento degli impianti negli edifici storici si devono sempre tener presenti alcune considerazioni, che delimitano il campo operativo.
La componente degli impianti è in genere vista, da parte dei tecnici della conservazione, come una delle operazioni di maggior rischio dal punto di vista dell'interferenza con la materia storica: tra l’apertura di canali e tracce nelle murature per l’alloggiamento di tubature e cavi, l'apertura di vani nei solai e nelle volte per gli ascensori ecc., le opere preliminari possono danneggiare un fabbricato storico, a livello statico, fino a portare al limite dell'equilibrio una struttura che in precedenza aveva una situazione stabile.

E’ conoscenza comune, per esempio, il fatto che non si dovessero aprire nuove tracce nelle murature (i calcoli mostrano chiaramente che una traccia delle profondità di soli 5-6 cm, in un muro spesso c. 30-40 cm, dove la risultante dei carichi verticali non risulta centrica, ma al limite del nucleo centrale di c. 1/3 dello spessore, implica il fatto che nella sezione residuale il carico risulti eccentrico, con conseguenze negative sul comportamento della muratura).

Fermo restando che l’impiantistica è una necessità fondamentale, perché funzionale alla fruizione del bene (condizione primaria di una conservazione sostenibile), si deve sempre tenere in vista il fatto che nel caso di un edificio storico, sia questo tutelato o meno, l'aspetto più importante è la conservazione.

Una volta acquisita la parte di analisi preliminare di cui sopra, la progettazione dell’ apporto impiantistico, deve essere commisurata alle stesse coordinate dell’intervento di restauro: minimo intervento, compatibilità e reversibilità. .
Interessante e meno scontata la discussione intorno al tema della “distinguibilità”: in alcune situazioni, per scelta in sede di progettazione dell'immagine architettonica, gli impianti possono acquisire autonomia particolare a livello plastico. Tale scelta è più frequente nel caso di edifici pubblici, con ampi spazi (musei, allestimenti di monumenti di carattere archeologico ecc.) e altezze molto grandi, dove sotto il soffitto si possono lasciar scorrere reti tecnologiche che diventano una presenza quasi scultorea. L’uso di una plastica del genere in un edificio privato, oltre che dai consideranti spaziali, dipende anche dal gusto del proprietario.

3.4.1.2. Un caso eccezionale: gli impianti storici come testimonianza tecnologica

Un caso a parte, ma riferibile solo a situazioni del tutto eccezionali, è quello degli impianti storici che acquisiscono valore in sé, come testimonianza di civiltà tecnologica del passato: tale il caso, per esempio, delle attrezzature della centrale elettrica Montemartini di Roma, non più funzionanti, però conservate e magistralmente messe in valore nell'allestimento del museo di arte romana, come sfondo per la scultura classica.

Centrale Montemartini, Roma. Gli impianti storici: allestimento mussale all'interno di una centrale elettrica d'epoca. I vecchi impianti sono conservati e messi in mostra come testimonianza di tecnologia.

Belgio, patrimonio industriale: sito minerario di Bois du Cazier, diventato museo, conservazione dei vecchi macchinari.

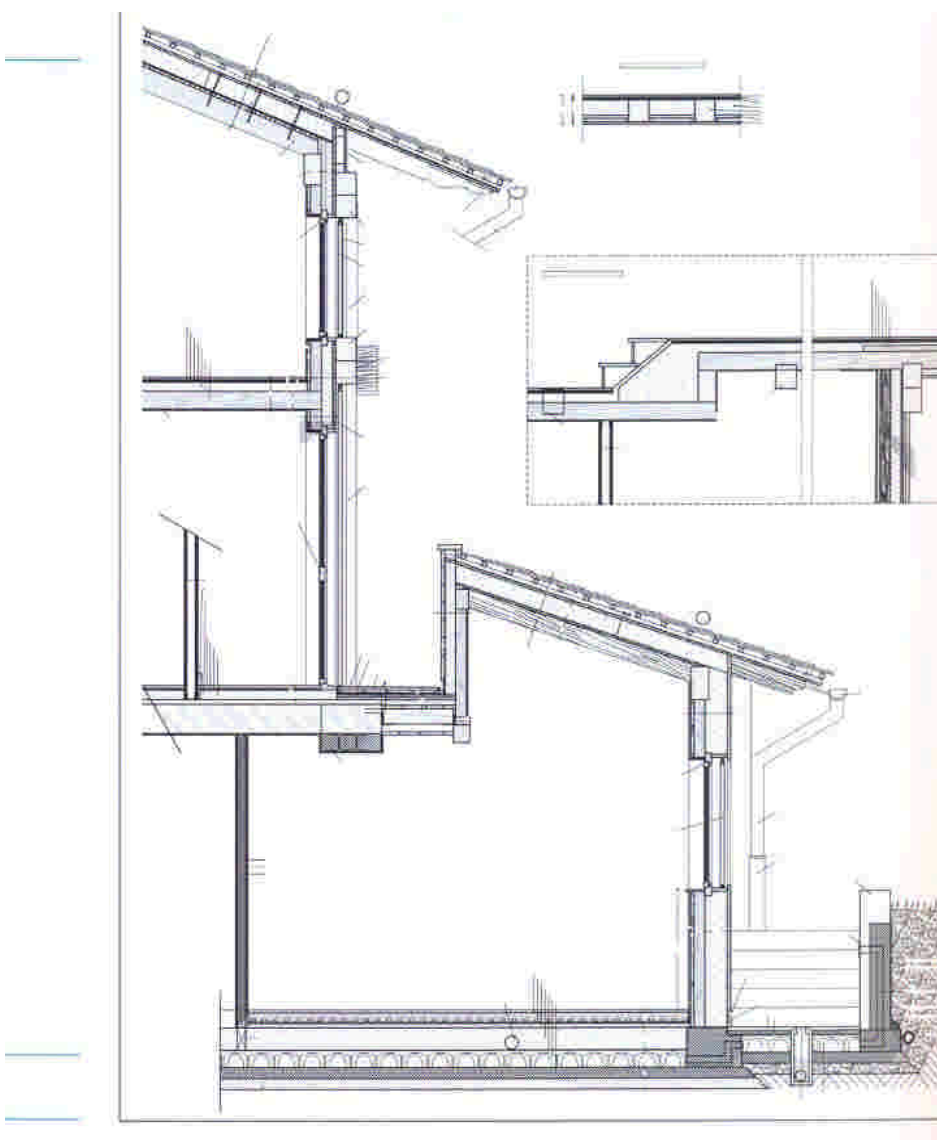
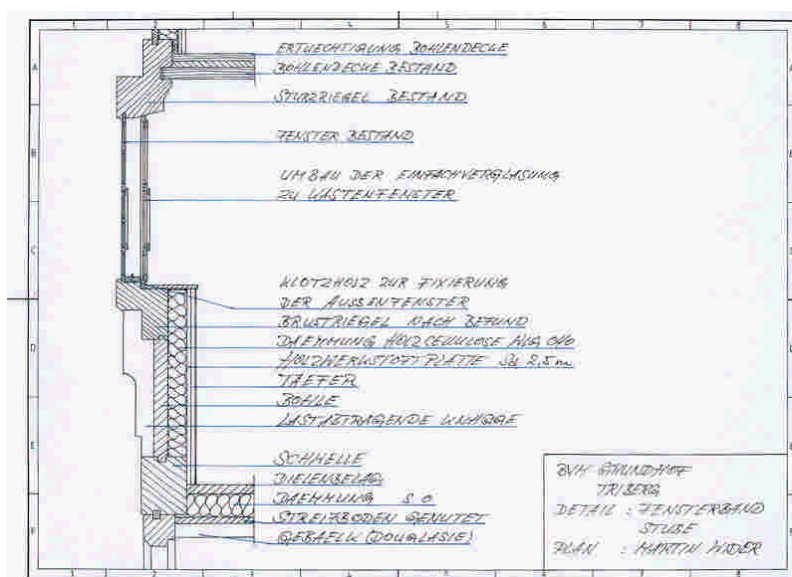
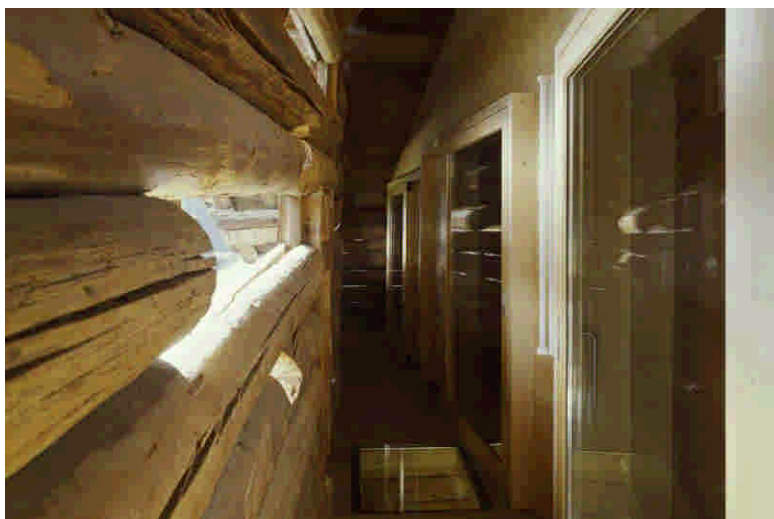
Ovviamente, nel caso di una proprietà privata è meno probabile incontrare un tale patrimonio tecnologico. Di frequente però, in scala più piccola, nel restauro di edifici del movimento moderno (i quali, passati i 50 anni, possono entrare ormai anche sotto tutela ai sensi del D.lgs. 42/ 2004), si dovrebbe valutare attentamente la possibilità di conservare e "aggiustare" gli impianti originari. Tali opere, realizzate prima della generalizzazione della produzione industriale, rappresentano spesso una testimonianza di ricerca tecnologica e di design di autore.

Due sono le componenti più importanti, ma di sicuro non le uniche: elementi attinenti al sistema di riscaldamento (per esempio termosifoni di design, oppure sistemi di riscaldamento a pavimento con griglie radianti), e – al confine tra design e impiantistica – l'allestimento delle cucine.

In effetti, si dovrebbe ampliare l'interesse rivolto all'oggettistica di modernariato – un fenomeno di gusto molto affermato, ormai – anche alle testimonianze della tecnologia.
Per esempio nel caso dei restauri eseguiti a Stoccarda nel quartiere di Weissenhof, uno dei manifesti del moderno, in alcuni casi sono stati eliminati gli impianti originali delle cucine, in qualche caso ancora conservate nella forma originale disegnata dagli architetti padri del moderno; in altre situazioni (casa di Le Corbusier) la cucina è stata ricostruita secondo la documentazione (fatto che però non rappresenta un restauro).

Weissenhof, Stoccarda – Il restauro del moderno e l’impiantistica storica: planimetria della casa di Le Corbusier diventata museo. Il punto rosso segna la posizione della cucina ricostruita secondo la documentazione d’epoca, ma con impianti contemporanei.

3.4.1.3. Studio del manufatto e recupero energetico degli elementi

Per dare un'idea, anche minima, dell'altra facciata del problema – il recupero energetico di alcuni componenti di edificio, al fine di un miglior rendimento energetico – presentiamo qui alcuni esempi di intervento sull'edilizia tradizionale. Sono state scelte tipologie di edilizia in legno, che permette una grande flessibilità di approccio ed è stata già oggetto di numerosi interventi.

Cortina d'Ampezzo, Recupero di un fienile, da sinistra a destra: Stato prima dei lavori, render di progetto, stato a lavori ultimati. Sotto, dettaglio del sistema termoisolante. Fonte dati: L. Castelli, Architettura sostenibile, Torino 2008.

Casa nella Foresta Nera (Triberg – Gremmelsbach), Germania, esempio di recupero delle pareti in legno con inserimento di termoisolante di pannelli di cellulosa e di una seconda parete interna.
In questo caso si tratta di un intervento mimetizzato, visivamento molto simile all'esistente. Fonte dati: Soprintendenza della Regione Baden – Wuertenberg, www. http://www.denkmalpflege-bw.de.

Casa nella Val d'Illiez – Svizzera, esempio di recupero di un vecchio fienile inserendo un secondo involucro dell'edificio, distante dal primo: in questo modo si conserva l'immagine esterna, con la parete in tronchi grezzi, con gli interspazi di montaggio caratteristici. Fonte dati: Quaderni della Fondazione Heimatschutz – Patrimoine CH, 2009 – "Monuments historiques et energie" e "Supplément – douze examples".

3.4.1.4. Il minimo intervento

Dall'impostazione della progettazione impiantistica sui criteri più generali dell'intervento di restauro decorrono alcune conseguenze, a livello dell'impostazione. Il criterio di minimo intervento va rispettato anche per gli impianti: così come nel caso di un consolidamento l'apporto va contenuto nei minimi margini, anche la scelta degli impianti e il loro dimensionamento vanno pensati ad un livello minimo, necessario per rendere fruibile il bene, tendenzialmente, si dovrebbe provare ad interferire con l'antica struttura con il minor danno.

Per il passaggio di tubature e colonne si devono utilizzare per quanto possibile vecchi cavedi e canne fumarie, non più in uso. Per i passaggi in orizzontale, invece, è consigliabile passare sulla faccia del muro ed evitare le tracce aperte nella muratura; i fascicolo di cavi e tubi potrebbe essere mascherato con dei profilati a livello del battiscopa, o sfruttando diverse profilature decorative della parete come elemento schermante rispetto alla visuale principale.
Laddove possibile (impianti media, controllo del riscaldamento ecc.), è consigliabile utilizzare dei dispositivi wireless o dei sistemi telecomandati, eliminando una parte del carico di cablaggi.

3.4.2. Analisi dell'esistente come premessa al progetto degli impianti

La necessità del rilievo particolareggiato come base per la progettazione impiantistica
Dal fatto che è di gran lunga preferibile utilizzare canali e tracce già esistenti invece di aprirne nuovi decorre la necessità, per gli edifici storici, di realizzare, sulla base del rilievo architettonico e del rilievo del quadro fessurativo, un rilievo "impiantistico", che dovrebbe mettere in risalto:
il percorso dei vecchi impianti, in modo da poter eventualmente utilizzare gli stessi scarichi
le vecchie canne fumarie, talvolta rimaste nei muri anche dopo la soppressione, in epoche precedenti, di una stufa o di un camino (di solito sono identificabili attraverso il segno di lievi fessure verticali su tutta l'altezza, che segnano il vuoto dentro la parete, zona con una rigidità diversa rispetto al muro pieno). Queste sono potenzialmente utilizzabili anche per scarichi verticali, nel caso dell'inserimento di un nuovo bagno;
identificare dei punti di sensibilità statica, dove in nessun caso si devono aprire nuove tracce o aperture.

3.4.2.1. Progettazione impiantistica

Una seconda conseguenza dell'approccio al progetto impiantistico con gli strumenti teorici del restauro è il fatto che la progettazione impiantistica dovrebbe essere disegnata in dettaglio in relazione alla struttura storica, non limitata ai soliti schemi con indicazioni dimensionali, che sono

sufficienti per la progettazione degli impianti nei nuovi edifici, ma non rendono conto del rapporto con il tessuto fisico della fabbrica, elemento imprescindibile nel restauro.

La progettazione impiantistica in edifici storici ha fatto, in questi ultimi decenni, notevoli passi avanti soprattutto attraverso le applicazioni in campo degli allestimenti museali, progetti che hanno coinvolto figure professionali più vicine alla ricerca e alla riflessione teorica, oltre che tecnici.

Biblioteca palatina, Parma. I corpi illuminanti sono stati posizionati sfruttando l'ampia cornice dell'apparato decorativo.

E' un dato incontestabile che le esigenze – di percezione spaziale, oltre che di confort – sono del tutto diverse in un edificio residenziale rispetto ad un museo; ciò nondimeno, alcune soluzioni tecnologiche sono del tutto mutuabili e applicabili in piccola scala anche per residenze private di pregio, perché studiate nel rispetto della materia, con il primato della conservazione.

3.5. Indicazioni normative di riferimento per i dispositivi impiantistici

Faremo qui un quadro generale schematico della situazione legislativa e normativa attuale, con riguardo essenzialmente all' adeguamento normativo dei dispostivi impiantistici, chiamati a compensare le condizioni dell'edificio / complesso storico, dal punto di vista sanitario, termico, elettrico, elettronico, di sicurezza, ecc.

La legislazione e la normativa vigenti si possono suddividere in due componenti fondamentali:

normativa tecnica specifica, DM 37/2008 (a livello nazionale, il quadro generale dell'impiantistica) e le normative UNI riguardanti i requisiti per gli impianti, "prestazioni e requisiti dell'impianto e dei singoli componenti", ecc.

disposizioni inerenti gli edifici storici e gli interventi sugli stessi nei regolamenti edilizi e d'igiene dei singoli comuni, nella legislazione in materia di sicurezza antisismica, la legislazione antincendio, nel D.lgs 192/2005 riguardante il contenimento dei consumi energetici e nei provvedimento legislativi e normativi verticali, dove in base alla destinazione d'uso si identificano i dispositivi impiantistici da inserire (nel caso particolare degli edifici sottoposti a tutela con il D.lgs. 42/ 2004, gli interventi andranno autorizzati ai sensi dell'art. 21).

E' importante, al fine di rendere più esplicito l'intento operativo di questo capitolo, evidenziare alcuni punti della recente direttiva 2010/31/UE del 19 maggio 2010 (che modifica la direttiva 2002/91/CE), sulla prestazione energetica nell'edilizia.
A differenza della vecchia direttiva del 2002, che verteva di più sugli edifici di nuova costruzione, adesso risulta chiaramente l'impegno richiesto nell'adeguamento energetico degli edifici esistenti, in occasione delle "ristrutturazioni importanti" (art. 1, comma 15, 16), sia nel senso di riduzione del

fabbisogno energetico – identificando le parti più rilevanti dal punto di vista della prestazione energetica – sia nel senso della riduzione delle emissioni di gas inquinanti.

Si nota che all'art. 4, comma 2, della 2010/ 31/UE, tra gli edifici eccepibili dalla richiesta di minimi requisiti energetici non sono indicati tutti gli edifici storici (lett.a), ma gli "edifici ufficialmente protetti come patrimonio designato o in virtù del loro particolare valore architettonico o storico…". Ciò potrebbe essere interpretato anche nel senso che si ponga una maggior pressione sul legislatore nazionale e locale di provvedere a dare un quadro per l'adeguamento energetico di edifici del fondo costruito antico, se questi non sono "vincolati" per legge.

A livello nazionale, il testo di riferimento per il recepimento delle direttive europee precedenti è il DPR. 59/2009 "Regolamento di attuazione del D.Lgs. 192/ 2005 sul rendimento energetico in edilizia", che compie un passo avanti nella trasposizione nazionale della vecchia 2002 /91/CE, anche se verte per lo più su edifici moderni o di nuova costruzione e non su quelli storici, concepiti con criteri differenti.
Senza pretesa di essere esaustivi, cerchiamo di evidenziare qui di seguito alcune idee di questo strumento legislativo – che andranno aggiornate in sintonia con la 2010/ 31/UE.

3.5.1. Il DPR 59/ 2009 – regolamento di attuazione del D.lgs. 192/ 2005: alcuni spunti

Il DPR 2 aprile 2009, n. 59 recante «Attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere *a)* e *b)*, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, concernente attuazione della direttiva 2002/91/Ce sul rendimento energetico in edilizia», in vigore dal 25 giugno 2009, conferma, in linea generale, le disposizioni contenute nell'allegato I del D.lgs. 192/2005 e nel D.lgs 115/2008.

Il fatto che tale strumento non chiude però il percorso è una constatazione immediata: il testo ribadisce delle scelte, introduce nuovi elementi, cerca di fare ordine relativamente al rapporto tra Stato e Regioni su alcuni punti, ma purtroppo rimanda la soluzione di altri aspetti a ulteriori decreti in fase di pubblicazione.

E' da fare presente che il D.lgs. 192/ 2005, art. 4, comma 1, la lett.*a)* prevedeva l'emanazione di uno o più decreti, al fine di definire i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi finalizzati al contenimento dei consumi di energia mentre la lett. b) prevedeva l'emanazione di uno o più decreti al fine di definire i criteri generali di prestazione energetica per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata, nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo la ristrutturazione di edifici esistenti con indicate le metodologie di calcolo e i requisiti minimi.

L'art. 3 del Dpr 59/ 2009 fa riferimento agli aspetti relativi alle metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici e degli impianti. A supporto della direttiva 2002/91/Ce vengono adottate come norme tecniche nazionali quelle della serie Uni Ts 11300 e loro successive modificazioni. Bisogna ricordare che le norme Uni Ts cui si fa riferimento sono state definite nel contesto delle norme En, le stesse elaborate a supporto della stessa direttiva 91 su mandato della Commissione europea n. 343.
Nel DPR vengono riportate le norme già disponibili che, ricordiamo, sono le Uni Ts 11300.

Parte 1: Determinazione del fabbisogno dell'energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva e invernale;
Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria;

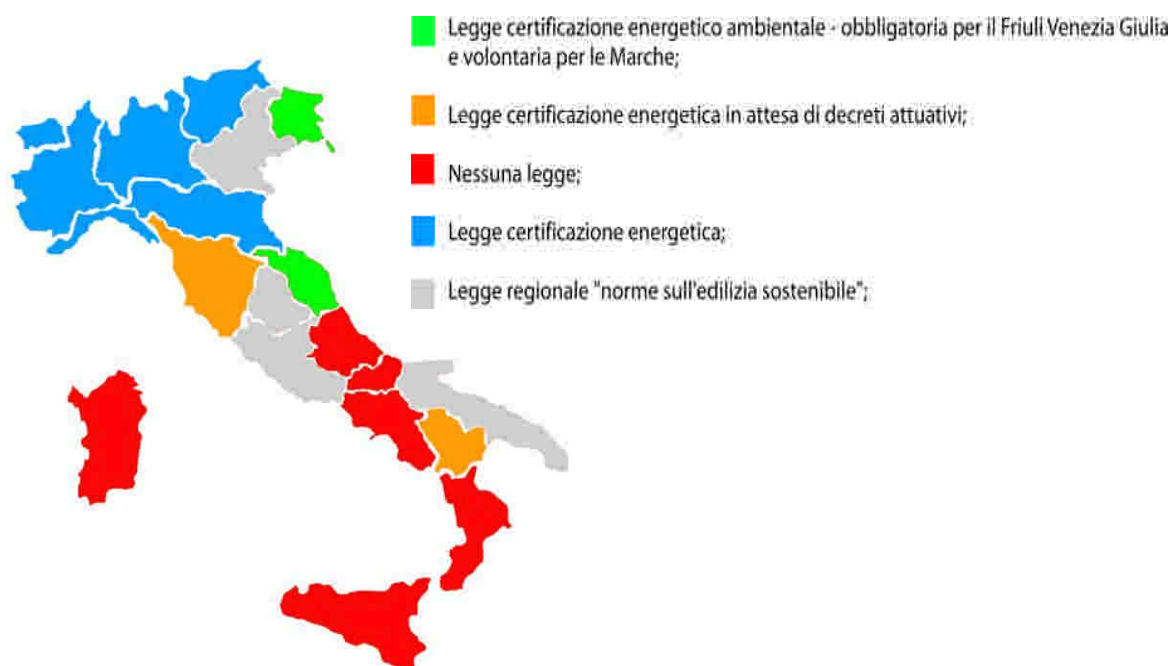
Da questo regolamento scaturiscono, di concerto tra il Ministero dello sviluppo economico, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, due documenti: le *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici,* adottate nel 2009 ai sensi dell'articolo 6, comma 9, del D.lgs. 192/2005, e una serie di "*strumenti di raccordo, concertazione e cooperazione tra lo Stato e le Regioni*".

A questo punto, a livello nazionale si risente la mancanza non tanto di una metodologia di calcolo, ma proprio un criterio di classificazione unico che consenta di comparare la qualità energetica degli edifici sull'intero territorio nazionale, superando i criteri di classificazione adottati dalle Regioni.

3.5.2. Indicazioni sullo stato della normativa in diverse regioni

Si ritiene importante annotare come la situazione normativa italiana in tema di certificazione energetica (oramai obbligatoria per legge) e certificazioni energetico-ambientali (istituite a carattere volontario da alcune regioni: vedi cap. 4)) sia molto frammentata e diversificata.

Per chiarezza di esposizione si ritiene importante evidenziare come attualmente alcune regioni hanno di fatto completato l'iter normativo relativo alla certificazione energetica degli edifici (legge regionale più decreti attuativi), altre hanno una legge regionale di recepimento ma non hanno i relativi decreti attuativi ed alcune regioni non hanno prodotto nessuna legge regionale di recepimento, per entrambi questi due ultimi casi vale per queste regioni quanto indicato dalle linee guida nazionali.
Altre regioni hanno leggi regionali che istituiscono a livello volontario delle certificazioni energetico – ambientali, ma non hanno leggi regionali sulla certificazione energetica (vedi ad esempio la regione Veneto) ed in questo caso, relativamente alla certificazione energetica, vale la normativa nazionale con le relative linee guida, altre come la regione Puglia, hanno sia una legge regionale sulla certificazione energetica con relativi decreti attuativi ed una legge a carattere volontario sulla edilizia sostenibile

Si riporta nella figura, sempre a carattere esemplificativo e non esaustivo, lo schema indicante la diversificazione attuativa delle regioni italiane, con indicazione di alcuni casi particolari:

In Emilia Romagna è possibile eseguire la Certificazione Energetica sulla base della valutazione dei consumi energetici reali, utilizzando i dati di consumo, applicando la metodologia prevista dalla norma EN 15603;

La Provincia autonoma di Trento ha adottato formalmente il sistema LEED per applicarlo alla costruzione dei nuovi edifici di diretta competenza nonché di competenza dei propri Enti funzionali;

Il Friuli Venezia Giulia introduce la certificazione obbligatoria VEA di sostenibilità energetica ambientale degli edifici.

All’interno di questo frammentato quadro, non sono contemplate delle linee guida e delle procedure coerenti su tutto il territorio, sia per il calcolo applicato agli edifici storici, sia per i criteri d’inserimento degli impianti negli stessi.

Nei DGR di molte regioni si ritrovano specifiche del tipo “…Sono escluse dall'applicazione del provvedimento le seguenti categorie di edifici e di impianti…”:
gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'articolo 136, comma 1, lettere b) e c) del Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio
gli immobili che secondo le disposizioni della normativa urbanistica devono essere sottoposti a solo restauro e risanamento conservativo, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici.

Si nota che in questi casi viene scelta la strada facile di evitare di affrontare il problema: da un lato, ovviamente, si salvaguardia l’edificio storico, dall’altro si rinvia la problematica ad un futuro esame.

La ricerca commissionata nel 2008 dal *Ministero per i beni e le attività culturali* (in corso di pubblicazione), riguardante “Linee guida per l’uso efficiente dell’energia nel patrimonio culturale” (condotta dal collettivo coordinato dal prof. L. De Santoli della Sapienza - Università di Roma e seguita dal Comitato tecnico di settore), prova che il problema della sincronizzazione tra le normative di adeguamento tecnico-energetiche e le normative di tutela è molto sentito a livello centrale.

Le molteplici componenti specialistiche che operano nel settore hanno bisogno, vista la complessità normativa e l’ampio ventaglio di tecniche a disposizione,, di coniugare questi due aspetti e di poter contare su uno strumento aggiornabile e semplificatore delle procedure di scelta e di valutazione, in base a criteri certi.

Lo scopo di questa parte del volume, come si vedrà nel paragrafo 3.4., è di impostare una procedura e un metodo supportati da software e data-base, in grado di fornire uno strumento operativo di semplificazione attuativa per i soggetti interessati. Tale software dovrà tener conto dell’approccio metodologico indicato, nel rispetto delle normative vigenti in materia di energia, tenendo conto delle scelte progettuali adatte in materia di salvaguardia del patrimonio; sarà destinato a utenti sia pubblici che privati.

3.5.3. Note sul contesto legislativo e normativo

Il contesto normativo di interesse per il nostro tema, molto ricco, si organizza su diversi filoni tematici: legislazione di livello europeo e nazionale riguardante l’uso razionale dell’energia, legislazione riguardante la sicurezza degli impianti, in fine – normative tecniche riguardanti la prestazione termica ed energetica degli impianti oppure riguardanti l’impiantistica. Vengono indicati qui solo alcuni riferimenti (ripresi dalle “Linee guida per l’uso efficiente dell’energia nel patrimonio culturale)”, in relazione con gli argomenti discussi sopra.

- Direttiva 2002/ 91/ CE (prestazione energetica nell’edilizia)
- D.lgs. 192/ 2005 (di recepimento della direttiva europea di cui sopra);
- D.lgs. 311/ 2006 (integra il D. lgs. 192/ 2005)
- L. 24 dicembre 2007. n. 244 (Legge finanziaria 2008 – ammette a contributo in termini di detrazione di imposta 55 % delle spese sostenute per interventi di risparmio energetico degli edifici esistenti)
- D.lgs. 115/2008 (indica – art. 11 – alcune misure per la semplificazione e razionalizzazione delle procedure amministrative e regolamentari, nel caso di ristrutturazioni di edifici ai fini di ottenere un risparmio energetico).
- Direttiva 2010/ 31/ UE

Contesto legislativo – con attinenza agli impianti negli edifici storici

- RD del 7 novembre 1942, n.1564 “Approvazione delle norme per l’esecuzione, il collaudo e l’esercizio degli impianti tecnici che interessano gli edifici pregevoli per arte o storia e quelli destinati a contenere biblioteche, archivi, musei, gallerie, collezioni e oggetti d’interesse

culturale" (GU n. 8-12 gennaio 1943), di cui restano in vigore gli articoli non abrogati dal DM 569/ 1992.
- DM 20 maggio 1992, n. 569 "Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre";
- DPR 30 giugno 1995, n.418 "Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi" (GU n. 235- 17 ottobre 1995);
- DL 6 maggio 1997 n.117 "Interventi straordinari per il potenziamento degli impianti di prevenzione e sicurezza a tutela del patrimonio culturale" (GU n. 104-7 maggio 1997) e relativa Circolare del 22 maggio 1997, n. 2249. Disposizioni legislative nazionali in materia di interventi sugli edifici esistenti;
- Legge 5 agosto 1978 n. 457 "Norme per l'edilizia residenziale" in particolare l'art. 31 che definisce le modalità di intervento sul costruito;
- Decreto 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lett. a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici." Le disposizioni del nuovo DM 37/08 si applicano agli impianti posti al servizio degli edifici indipendentemente dalla destinazione d'uso o della loro datazione, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze (art. 1.1).

Nel caso di *impianti posti al servizio di edifici storici e beni culturali tutelati* ai sensi del DL 22 gennaio 2004 n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" non è previsto un percorso normativo parallelo. Interessante segnalare che Il D.lgs 42/2004 all'art.11 comma 1 lett. h) indica tra le cose soggette a tutela "I beni e gli strumenti di interesse per la storia della scienza e delle tecnica aventi più di cinquanta anni", quello che apre la discussione sulla tutela degi impianti storici come testimoniaza di tecnologia storica; tale richiesta – con conseguente richiesta del loro recupero – va concertata con le richieste normative sulla sicurezza.

Contesto normativo:
- Serie UNI TS 11300 – Prestazioni energetiche degli edifici.. - 2008;
- UNI EN ISO 13790 – Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia…2008;
- Serie UNI EN 15316/ 1 – 4 – Impianti di riscaldamento…- 2008;
- UNI 10 349 – Impianti di riscaldamento e raffrescamento. Dati climatici, 1994.
- UNI EN ISO 13786 – Prestazioni termiche per componenti di edilizia – caratteristiche termodinamiche…- 2008;
- UNI EN ISO 13789 – Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione…- 2008.

3.6. Sistema operativo per l'individuazione delle soluzioni progettuali

3.6.1. Sistema operativo

3.6.1.1. Scopi e impostazioni

Il sistema operativo di seguito evidenziato e che, successivamente a queste linee guida si cercherà di implementare, si prefigge di affiancare i progettisti pubblici e privati, le aziende, gli enti e tutti gli addetti di questi settori (impiantistici - energetici – storici – culturali- ambientali) al fine di semplificare i passaggi decisionali e operativi.
Come detto sopra (v. paragrafo 2.2), l'attenersi al requisito di minimo intervento è fortemente condizionato dalla preliminare decisione circa la nuova destinazione d'uso da attribuire all'edificio oggetto di studio. La nuova configurazione derivata da un intervento minimale dovrebbe essere contemporaneamente efficace, durevole, flessibile ed economicamente conveniente. Si cercherà la migliore soluzione, sfruttando le caratteristiche tecnico-costruttive dell'edificio (ad esempio, nel caso dell'inserimento di cablaggi o tubature, utilizzando per il passaggio dei cavi nelle intercapedini già esistenti fra i muri o nei sottotetti, oppure addirittura rinunciano ai fili, ove possibile – inserendo per esempio la rete wireless per le comunicazioni, o altre soluzioni tecnologicamente avanzate).

Nell'ambito della tecnologia dell'architettura, un'importante chiave di lettura è rappresentata dalla corretta valutazione e dal rispetto dell'originario funzionamento energetico dell'edificio, analizzato

attraverso una idonea conoscenza delle caratteristiche degli involucri di chiusura e dei materiali costituenti nonché attraverso l'acquisizione di dati sperimentali e l'utilizzo di strumenti analitici di calcolo capaci di valorizzare il reale funzionamento energetico delle strutture storiche.
Oltre all'impatto ambientale delle tecnologie, sono infatti da indagare e considerare i corretti livelli prestazionali offerti dall'edificio esistente, che consentono di formulare giudizi di valore in diverse alternative d'uso in merito agli ambienti e agli elementi tecnici a rischio per l'insediamento di nuove attività.
Per citare le parole di Francese, è auspicare "*un'indagine approfondita sulle prestazioni rispetto al benessere e al rapporto instaurato con l'ambiente esterno della fabbrica esistente, indagine mirata a valutare i livelli di vivibilità attuali e a ricercare eventuali soluzioni compatibili sia con gli aspetti storico artistici, laddove presenti, sia con le caratteristiche vocazionali e prestazionali intrinseche dell'edificio nelle condizioni attuali*", e ancora "*preservare anche i principi tecnici e i sistemi costruttivi consentirebbe di salvaguardare insieme con gli edifici anche i segni della cultura materiale e i principi di controllo climatico insiti*" (Francese D., *Il benessere negli interventi di recupero edilizio*, Padova 2002).
Come già espresso nei paragrafi precedenti di questo capitolo, le problematiche poste dal progetto e dal conseguente intervento sull'edificio storico al fine di un miglioramento/adeguamento energetico impiantistico, sono molteplici e spesso correlate. Si deve quindi iniziare a suddividere per macro aree queste problematiche e verificare il sistema più idoneo per dare soluzioni dirette alle differenti casistiche dell' edificio/complesso.
Si elencano quindi le problematiche evidenziate all'avvio della progettazione:

1. Conoscenza e aggiornamento legislativo, attuativo su scale europea, nazionale, regionale fino alle province e ai comuni;
2. Conoscenza e aggiornamento delle normative tecniche (es. UNI);
3. Conoscenza e aggiornamento delle tecnologie accessibili sul mercato;
4. Conoscenza e aggiornamento delle tipologie dei meccanismi di tutela fino alla verifica sul singolo edificio;
5. Calcolo delle prestazioni energetico ambientali, preliminare alla stesura definitiva del progetto e delle scelte adottate;
6. Conoscenza e aggiornamento degli incentivi e dei finanziamenti in essere per localizzazione e tipologia di edificio;

Diviene evidente che i sei punti sopra elencati devono trovare rapida risposta attraverso:

- La conoscenza intrinseca al gruppo di lavoro che li affronta;
- La capacità dei singoli professionisti di aggiornare le loro risposte adattandole il più possibile alle casistiche sempre differenti degli edifici/complessi;
- Semplificare il processo decisionale delle tecniche e tecnologie permesse dai regolamenti e dai vincoli.

3.6.1.2. *Configurazione del sistema*

La configurazione del sistema si può sintetizzare con il seguente schema:

A. Un Data-Base iniziale e successivamente aggiornato contenente i punti da 1 a 6;
B. Un Data-Base iniziale e successivamente aggiornato contenente sistemi operativi, materiali e tecnologie;
C. Un software di vaglio parziale fra i due data base;
D. Un portale con sistema d'interfaccia intuitivo per inserimento dati, inserimento richieste e ricevuta risposte;

Schema 01 – Grafico delle fasi del sistema.

Con lo schema 01, si evidenziano i passaggi fondamentali del sistema.

A – Costruzione del Data Base 1 (DB 1) dove vengono inseriti e aggiornati tutti i riferimenti legislativi e applicativi, tecnici ed economici utili ad un intervento su edificio storico con particolare riferimento alla qualificazione energetica – ambientale e riqualificazione impiantistica. Il data base può essere aggiornato sia attraverso l'inserimento diretto delle informazioni da parte dell'amministratore di sistema (punto E) sia attraverso la collaborazione del network esterno previo verifica dei contenuti in fase preliminare all'inserimento. Questo data base diventa uno strumento di consultazione diretto per il cliente e può naturalmente essere utilizzato anche per le fasi di comprensione e progettazione di un intervento su edificio storico anche se non strettamente legato alla sua funzione impiantistico energetica.

B – Costruzione del Data Base 2 (DB 2), dove vengono inseriti tutti i materiali, i sistemi operativi e le tecnologie disponibili per l'esecuzione degli interventi di qualificazione e riqualificazione energetica e ambientale in edifici storici anche con superfici di pregio. Anche per questo data-base l'aggiornamento è costante con la possibilità di ottenere l'implementazione delle informazioni attraverso le aziende produttrici, i tecnici dei settori e le aziende esecutrici, naturalmente sempre con la verifica dell'amministratore di sistema.

C – Realizzazione del software di valutazione che, incrociando i dati del DB 1 con i dati del DB 2, con inserimento di un filtro alle possibilità di risoluzione di un problema, valuta la compatibilità della tecnologia e del sistema in base ai vincoli e alle caratteristiche dell'edificio.
Senza entrare nei particolari informatici, è importante specificare che il software assume degli standard valutativi sulla base delle scelte indicate dell'amministratore di sistema. Sono scelte prodotte da un'equipe di tecnici del settore, esperti che devono rendere coerente la valutazione con la normativa vigente e con i parametri scientifici oggi a disposizione. In base a questi di ottiene una griglia che filtra e collega i punti selezionati dal cliente con i due DB e che, come si vedrà nel punto D, propone delle possibili soluzioni.

Schema sistema valutativo

Data Base 2
Data Base 1
Fasi Valutative
Risultati

Inserimento richiesta
Risposta

Portale

Materiali
Tecnologie
Sistemi operativi

- Diversificazione tipologica degli edifici;
- D. T. Dei suoi contenuti;
- Vincoli;
- Apparato legislativo e attuativo;
- Apparato tecnico normativo;
- Finanziamenti e incentivi;

Vaglio Software

Vaglio Tecnico-Scientifico

- Materiali
-Tecnologie
-Sistemi operativi per
- Tipologie di edificio

Schema 02 – Schema del percorso di valutazione

D – Percorso Input – Output. Si provi adesso a ipotizzare, come reso sinteticamente nello schema 02 sopra riportato, il percorso operativo con un esempio:
Il cliente attraverso il portale vuole avere la seguente informazione: *Quale è la tecnologia utilizzabile per l'impianto d'illuminazione in un edificio storico con caratteristiche x,y,z* ?

1. La domanda viene redatta direttamente sul portale attraverso la selezione di caratteristiche preesistenti (sistema misto di spuntatura e inserimento) al fine di rendere compatibile la tipologia di richiesta con i dati contenuti nei DB. Il cliente quindi trova all'interno del DB 2 le caratteristiche tecnologiche che maggiormente gli sembrano appropriate e selezione nel DB 1 la tipologia di edificio corrispondente o molto simile all'edificio dove dovrà compiere l'intervento.
2. Una volta finito l'inserimento della domanda il software vaglia fra tutti i contenuti del DB 1 per la selezione delle tecnologie disponibili a basso impatto energetico, i sistemi applicativi e i materiali e nel DB 2 i vincoli e le eventuali normative esistenti sulla tipologia di edificio.
3. Il software seleziona in base ai criteri impostati precedentemente dall'amministratore di sistema, una serie di soluzioni che in questo esempio sono N possibili tecnologie e applicativi compatibili con la tipologia di edificio scelto.
4. Si può anche avere un secondo passaggio valutativo per le domande più complesse, come illustrato nello schema 02 *Vaglio tecnico scientifico*, dove, dopo l'analisi standard del software si effettua un ulteriore valutazione di N attraverso il parere di uno o più esperti.
5. Il risultato consiste quindi nell'indicazione di una o più tecnologie e applicazioni che il cliente (un tecnico, progettista, applicatore ecc.) può considerare per l'intervento. Qualsiasi sistema o tecnologia egli sceglierà, sulla base della risposta ottenuta, è da considerare comunque compatibile e fra le migliori possibili sia dal punto di vista energetico ambientale, sia per il rispetto della materia e dell'estetica dell'edificio sul quale si interviene.

A questo sistema si possono correlare altri sistemi di calcolo preventivo, come ad esempio quello messo a punto dallo IUAV (cap.6) al fine di verificare ulteriormente la compatibilità energetica della tecnologia selezionata con l'intero funzionamento ambientale dell'edificio storico.

Un percorso Domanda-Risposta o Input-Output identico a quello esemplificato prima può essere effettuato per i singoli passaggi operativi, come per esempio per la tutela (“vincoli”, legislazione urbanistica), le normative tecniche, i finanziamenti e le agevolazioni a disposizione. Si tratta quindi di uno strumento molto elastico in grado di supportare, senza la pretesa dell’esaustività, le scelte operative che si affrontano nella progettazione, nell’esecuzione o - più semplicemente - nell’avvicinarsi all’edificio storico.

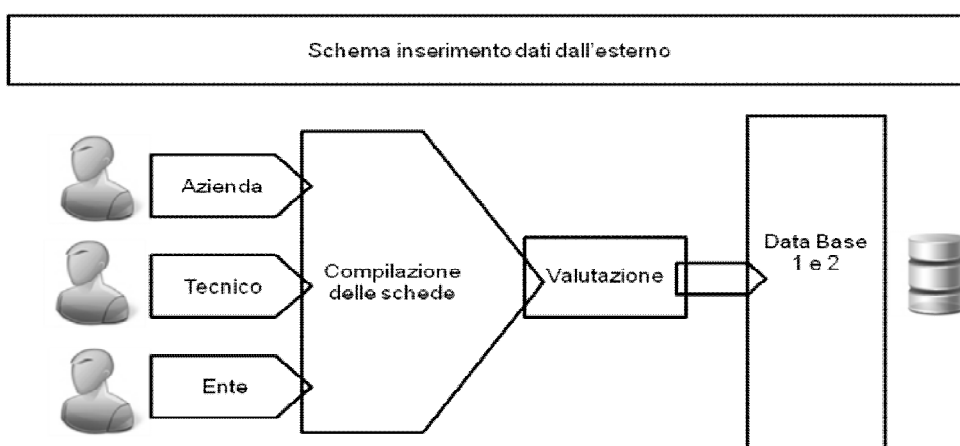
E – Inserimento degli aggiornamenti. Non entriamo nelle caratteristiche informatiche del sistema e del software in particolare, ma è opportuno specificare alcuni punti operativi che il sistema stesso permette, come l’aggiornamento continuo e sempre più specifico. Si immagini un punto 0 che rappresenta il momento d’inserimento del sistema nella rete e quindi l’apertura al pubblico attraverso il portale. L’inserimento preliminare di tutti i dati all’interno dei DB1 e 2 è seguito da un’equipe di esperti dei vari settori, non da una singola persona. Certamente sarà impossibile, comunque, conoscere il 100% della materia; supponiamo che ipoteticamente si arriverà ad inserire 80% dei dati utili. A questo punto il sistema è utilizzabile e da risultato soddisfacenti. Si innestano, al momento 0 due fondamentali processi di espansione dei DB:

1. Tutte le variazioni e gli aggiornamenti successivi per i dati già inseriti;
2. Il completamento del 20% non inserito ancora dagli esperti.

Si avvia quindi una possibilità di aggiornamento e completamento costante del sistema, permettendo l’immissione dei dati da parte degli stessi utenti, non solo da parte degli esperti. In pratica si mette in funzione un network per l’inserimento dei dati all’interno di DB 1 e 2, che affianca gli esperti (gruppo amministratore di sistema). L’inserimento avviene attraverso la compilazione di schede standard, pubblicate previa valutazione dell’amministratore, che ne verifica l’attendibilità scientifica e la corrispondenza operativa.

In questo modo l’utente diventa anche propositore e costruttore del sistema come ad esempio:

- Un’azienda che sviluppa un innovativo prodotto per la trasmissione elettrica e lo propone al sistema per avere una valutazione tecnico scientifica;
- Un tecnico di una amministrazione pubblica apporta una variante per il suo comune/provincia rispetto a una normativa sull’utilizzo di impianti per la cogenerazione di energia da fonti rinnovabili;
- Un architetto privato apporta un nuovo sistema applicativo di una tecnologia preesistente, ecc.

Le risposte e le soluzioni ottenute saranno sempre più aggiornate perché inserite dal territorio, dalla sua rete di tecnici, aziende e operatori.

Schema 03 – La rappresentazione esemplifica il percorso d’inserimento degli aggiornamenti e della variabili dagli utenti ai DB 1 e 2.

F – Link del sistema. Un altro punto importante del sistema è rappresentato dalla possibilità di collegarsi e collegare l'utente a data base preesistenti che permettano di ampliare quanto possibile le soluzioni e i vagli conseguenti.
Per esempio, si immagini che DB 1 e 2 possano integrarsi con sistemi preesistenti di consultazione di normative (es.UNI), per vedere l'evoluzione delle variabili in relazione a delle soluzioni in campi non immediatamente inerenti alla tematica richiesta dal cliente, ma correlati. Se infatti si vuole implementare il raggio di specificità del sistema per le soluzioni inerenti a gli edifici storici, non si possono ignorare le necessità e le complessità che il progettista incontra sulla sua strada. Per esempio, sapere come si esegue un prelievo stratigrafico per un intonaco non serve direttamente alle decisioni riguardanti inserimento di un impianto nell'edificio, ma sicuramente può essere utile per comprendere lo substrato materico sul quale si interviene, e quindi scegliere il percorso più appropriato e compatibile con l'aspetto conservativo.

Attraverso il portale quindi l'utente può spaziare nelle differenti problematiche e soluzioni.

Lo strumento così impostato, diviene uno strumento di ricerca sia per verificare lo stato di avanzamento della tecnologia, sia per comprendere i miglioramenti necessari e le lacune da colmare, nell'ambito dell'impiantistica commisurata alla conservazione del patrimonio storico e artistico.
Altro punto rilevante attuato dal sistema è il confronto e la commistione fra normativa e soluzioni tecnologiche; è ovvio che la presenza di limiti imposti comporti il miglioramento tecnologico, l'innovazione e il progresso operativo.
Si avrà dunque un'interrazione fra normative-vincoli e tecnologie applicative-materiali che non evita i problemi ma li risolve, offrendo una risposta alle necessità nel pieno rispetto delle condizioni di fatto.

3.6.2. Esempi di tecnologie ed applicazioni in cantiere

Le soluzioni qui descritte non sono da considerare schede di catalogo, risultato di una ricerca esaustiva, ma delle indicazioni qualitative come un primo approccio alla ricerca. Lo scopo di questo breve excursus è di evidenziare quanto, soprattutto negli ultimi anni, la tecnologia e le applicazioni derivanti anche da altri campi applicativi (aereo spaziale, nanotecnologia, elettronica, etc.) possono apportare alle soluzioni per l'inserimento dell'impiantistica negli edifici storici. Grazie a queste tecnologie, in alcuni casi, il progettista o l'applicatore possono risolvere problemi difficili correlati alle disposizioni di salvaguardia e ai tortuosi requisiti dell'adeguamento normativo.

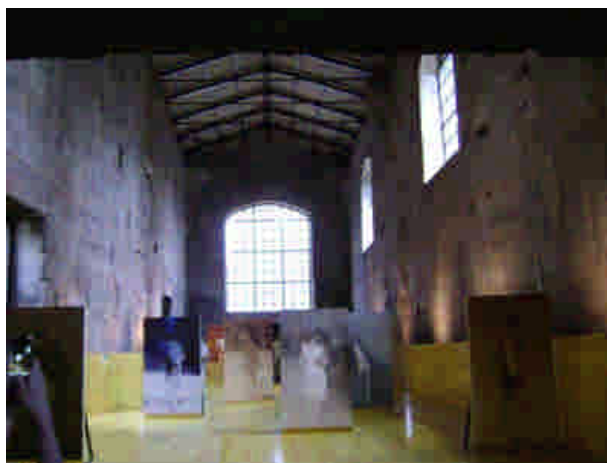
1. Impianti elettrici

Uno dei requisiti più importanti, dal punto di vista statico, è di evitare di aprire nuove tracce nelle murature. La soluzione più semplice è la conduzione dei cablaggi, dentro un profilato, a livello del battiscopa (oppure seguire un altro elemento decorativo, marcapiano, ecc. delle specchiature parietali).

In casi particolari (con livello di calpestio non ben definito – per esempio nei casi di recupero di rustici in precedenza destinati ad attività agricole, ecc.) si potrebbe anche progettare un sistema a pavimento, con pavimento sospeso o con dei binari nascosti.

In più, nel caso di superfici di particolare pregio, si dovrebbero utilizzare dei sistemi di illuminazione che non interferiscono con i campi decorativi tramite fissaggi o interruttori a muro: come per esempio dei corpi illuminanti sospesi su dei binari-trave (appoggio dei binari a muro da studiare da caso a caso) oppure dei corpi da terra (con delle *tige* verticali e diffusore nella parte sommitale), ecc.

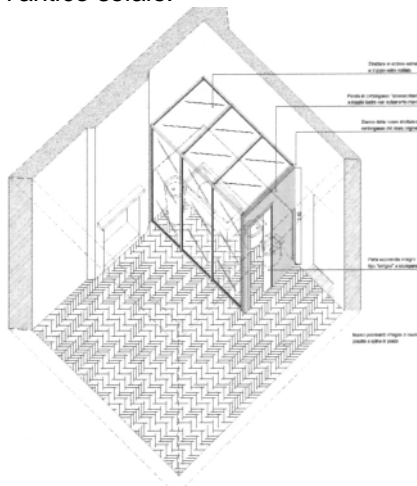
Museo di storia della scienza, Firenze. Corpi illuminanti e cablaggi su binario – trave mimetizzata in legno.

Collegio del cambio, Palazzo dei Priori, Perugia. Illuminazione con corpi da terra, che non interferiscono dal punto di vista impiantistico con le superfici decorate. Possibilità di posizionamento degli interruttori sull'asta delle lampade da terra.

Roma, terme di Diocleziano. Allestimento di mostre temporanee con inserimento di una piastra in legno, completamente indipendente dalle strutture antiche, per consentire il passaggio di tutte le cablature e un fissaggio semplice dei mobili. Tale idea potrebbe funzionare, per esempio, nel caso di recupero di annessi rustici precedentemente abbandonati, situazione frequente nella pratica.

2. Impianti idro-sanitari

La progettazione dovrebbe tener presente, all'inserimento di nuovi bagni, per esempio, alcuni criteri:

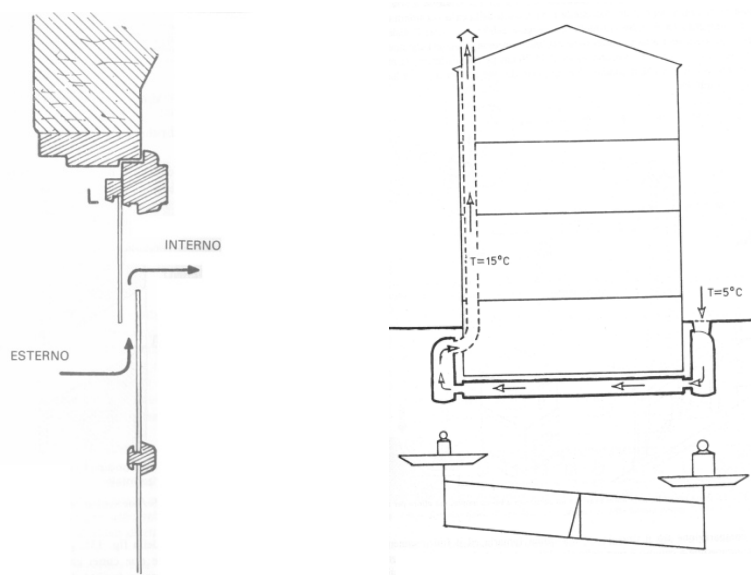
posizionamento tale da sfruttare, per gli scarichi, cavedi esistenti oppure canne fumarie non più in uso

se le superfici sono decorate, nel caso della necessità di inserire un bagno in un ambiente, sarà da preferire un sistema di "blocco bagno" distaccato dalle strutture antiche, delimitato con strutture leggere; il piano di calpestio del bagno potrebbe essere rialzato rispetto al piano di pavimentazione della camera, in modo da avere uno spessore all'interno del quale vengono portati i tubi in orizzontale, senza interferire con l'antico solaio.

Proposta di un blocco bagno da inserire in un ambiente con superfici pregiate. Si nota la vicinanza al camino, quello che rende possibile sfruttare per lo scarico vecchi cavedi.

Rinunciare agli impianti di aerazione e potenziare la ventilazione naturale

E' più indicato, nel caso di edifici storici, di utilizzare le risorse ambientali offerte dalla conformazione stessa dell'edificio:

usare le schermature (persiane, ecc.) per impedire il riscaldamento dell'aria, in estate, piuttosto che ricorre al condizionamento;

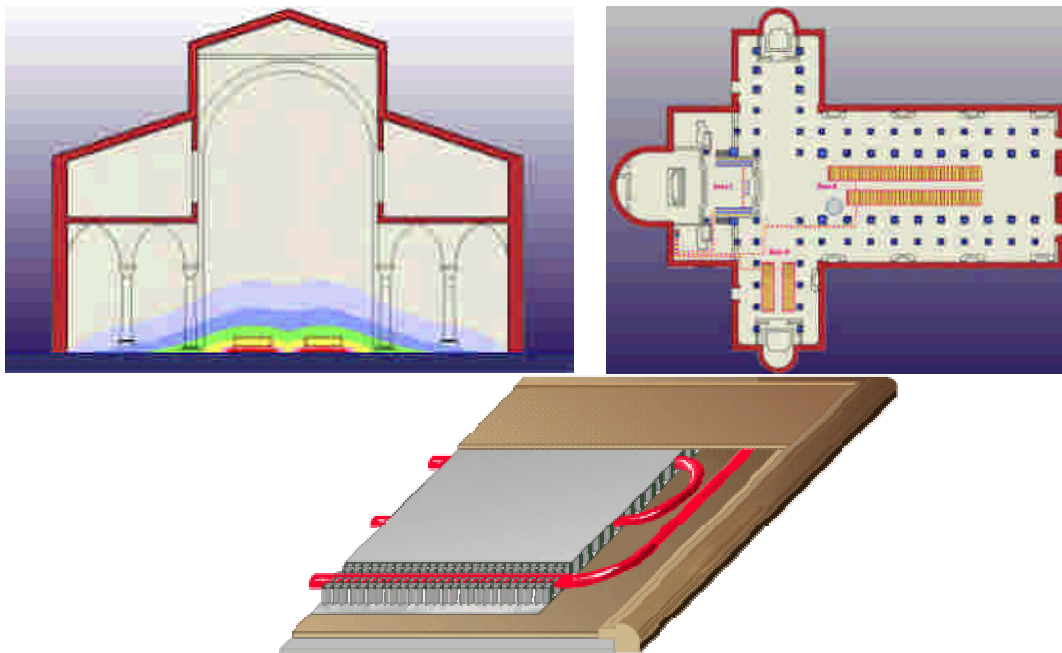
utilizzare sistemi naturali di ventilazione, che sfruttano le differenze naturali di pressione, con piccoli accorgimenti e modifiche agli infissi: per esempio utilizzare alcuni elementi decorativi nella parte bassa delle porte decorate per inserire delle griglie di presa d'aria, mentre nella parte alta, presso gli infissi delle finestre oppure attraverso colonne di ventilazione, rendere alcune parti aperte.

Proposte di sistemi semplici per sfruttare la ventilazione naturale (da Massari, 1998): modifica dell'infisso per assicurare la costante circolazione dell'aria; esempio di ventilazione che sfrutta la differenza naturale di pressione tra le colonne d'aria al di sopra delle due bocche di aria.

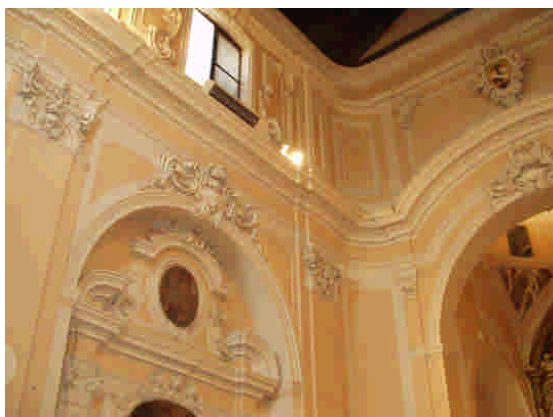
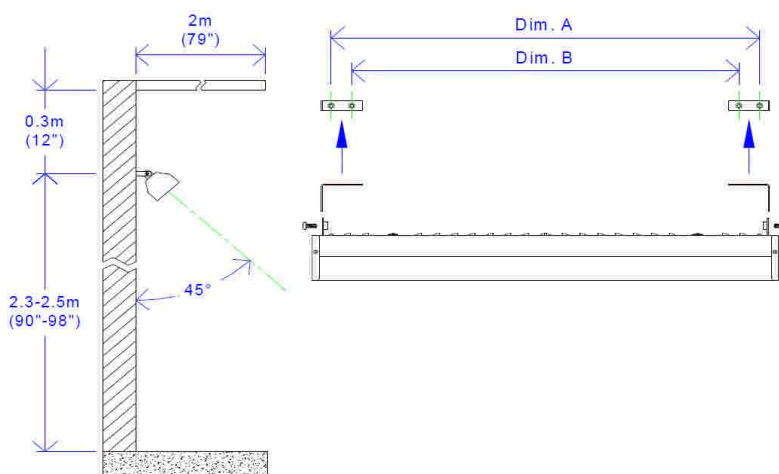
3. Impianti di riscaldamento

Nel caso di superfici perimetrali di pregio (superficie pittoriche, rivestimenti lignei particolari ecc.), per evitare l'inserimento dei corpi radianti a muro, con grande impatto visivo, si potrebbero considerare anche altre scelte progettuali.

Riscaldamento a pavimento – inglobato nel massetto
Vantaggi:
Scelta non invasiva visualmente.
Bassa temperatura del fluido, fatto che lo rende adatto anche in relazione ad un sistema a pannelli solari termici.
Svantaggi:
Scelta invasiva dal punto di vista conservativo: presuppone lo smontaggio e ri-montaggio della pavimentazione; va anche valutata in funzione del valore e dello stato di conservazione del pavimento.
Non è compatibile con tutti i tipi di rifiniture del piano di calpestio.

Reggia di Venaria, Galleria di Diana, impianto di riscaldamento a pavimento.

Riscaldamento a pavimento – tappeto (pedana) riscaldante
Vantaggi:
Scelta non invasiva dal punto di vista conservativo: non presuppone lo smontaggio e ri-montaggio della pavimentazione.
Reversibilità ottima.
Bassa temperatura del fluido, fatto che lo rende adatto anche in relazione ad un sistema a pannelli solari termici.
Svantaggi:
Scelta che impone modifiche di percezione - più invasiva visivamente: nasconde il pavimento originale.

Esempio di riscaldamento a pedana riscaldante, da applicare come un tappeto al di sopra del pavimento esistente, senza smontaggio e rimontaggio. In questo esempio utilizzo in una chiesa. Fonte: http://www.studiograssi.it

Corpi irraggianti ad infrarosso
Vantaggi:
Possibilità di inserimento mirato. Visivamente sono simili ai corpi illuminanti.
Reversibilità ottima dell'intervento.
Svantaggi:
Non sono stati trovati dati riguardanti i possibili effetti sulle persone e l'impatto ecologico di tali sistemi.
Sono prescritte distanze di montaggio da rispettare con accuratezza.
I corpi in genere sono privi di inerzia termica e si raffreddano immediatamente dopo lo spegnimento.
Si deve far attenzione a non produrre delle escursioni termiche troppo grandi negli ambienti, tra le temperature raggiunte durante il riscaldamento a cicli brevi e le temperature basse; tali sbalzi tendono ad essere dannosi per la conservazione delle superfici pregiate.

Andria, S. Maria Vetere (a sn) e Veroli, abbazia di Casamari (a dx), riscaldamento con corpi radianti ad infrarossi. Fonte: http://www.ariannasistemi.it

Schema di montaggio (sopra) di corpi radianti ad infrarossi. Fonte: http://www.ceramicx.com

Esempi di corpi radianti ad infrarossi in ceramica (applicazioni fino ad oggi per di più nel campo tecnologico e di cura della persona), pannelli concavi e lampadine. Fonte: http://www.ceramicx.com

Un'altra opzione sono i ventil-convettori (fancoil), utili sia per il riscaldamento sia per il raffrescamento dell'aria, che facilmente si prestano ad essere inseriti in mobili schermanti, per mitigare l'impatto visivo.
Molto sconsigliato invece il rivestimento e la schermatura di termosifoni, soluzione estetica con risultati molto negativi sulle prestazioni energetiche, perché riduce la circolazione dell'aria intorno al termosifone.

4. Impianti antincendio

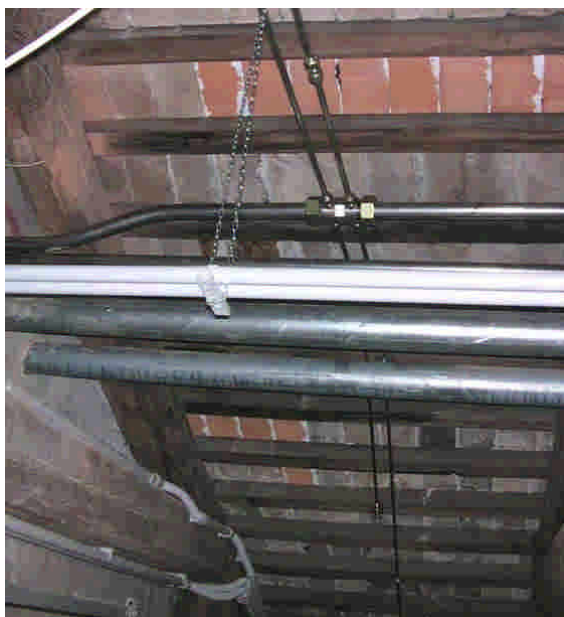
Nella scelta dell'impianto antincendio sono importanti i deve tener conto, dal punto di vista conservativo, di diversi aspetti:
problemi connessi all'inserimento: l'impatto fisico sulla materia (alloggiamento di tubature, condutture, sensor ecc.),
l'effetto delle sostanze utilizzate per lo spegnimento dell'incendio sui beni da conservare.

Svantaggi / aspetti problematici

Per esempio nel caso di impianti a sprinkler (ad acqua), l'acqua riversata dall'impianto per lo spegnimento del fuoco è probabile che danneggi sia i mobili che le decorazioni a secco, per dilavamento; nel caso di affreschi o elementi decorativi in pietra il dilavamento non si presenta come un pericolo rilevante, invece lo sbalzo termico, con conseguente contrazione rapidissima dopo la dilatazione a contatto con l'incendio, può causare una fessurazione diffusa del materiale, fino alla disgregazione completa di alcune parti.
Non è stato possibile rintracciare uno studio specifico sull'interazione dei diversi agenti di spegnimento con le superfici pregiate, in termini chimici (reazioni delle sostanze) o fisici (problemi connessi alla successione di dilatazione / contrazione accelerata).

Esempi di tecnologie

Tecnologie degli impianti anti-incendio consigliate in genere dai produttori per inserimento in palazzi storici, da valutare da caso a caso come scelta progettuale, sono per esempio:

l'impianto a sistema "water mist", acqua nebulizzata e azoto, con il risultato di una nebbia fredda che assorbe calore, evapora e sottrae l'ossigeno dall'ambiente.
I sistemi di spegnimento a gas chimici (idrofluorocarburi ed assimilati) e inerti (argon, azoto, CO2 e miscele degli stessi). Tale scelta va attentamente valutata in caso di presenza di persone, perché alcuni dei gas rimangono a lungo nell'atmosfera.
Fonte dei dati: http://www.gruppolupi.it/impianti_antincendio.aspx

Venezia, Palazzo reale, Museo Correr - sistema di spegnimento automatico degli incendi ad acqua nebulizzata ad elevata pressione, istallato nelle soffitte. Fonte dei dati: http://www.soprintendenza.venezia.beniculturali.it/soprive/Cantieri/palazzo-reale/impiantistica/

5. Ascensori e montacarichi

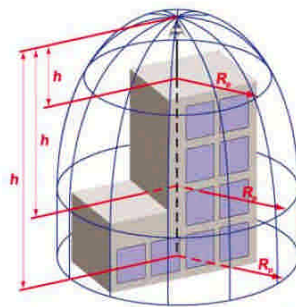
L'inserimento di ascensori, visto che implica il taglio di solai ed eventualmente sistemi voltati, e crea con ciò una zona debole nel sistema di irrigidimento orizzontale, va valutata sempre considerando l'equilibrio statico complessivo.
Si deve tener conto del fatto che, nel caso di sistemi voltati, la localizzazione delle aree dove si possono aprire dei vani senza danneggiare l'equilibrio complessivo è da stabilire in relazione allo schema statico della volta.
Per quanto riguarda gli ascensori, sono da considerare i seguenti elementi:
la presenza o meno del locale macchine;
il sistema portante dell'ascensore e i tamponamenti – per esempio in aree con superficie parietali di pregio è da considerare il fatto che le strutture in vetro antisfondamento, trasparenti, lasciano aperta la visuale.

Conservazione di ascensori d'epoca

Anche gli ascensori d'epoca rientrano nella categoria degli impianti da tutelare come testimonianza d tecnologia; ovviamente, nel caso di una "carcassa" storica di interesse artistico, diventa da sé intesa la conservazione della materia della stessa; le scelte riguardanti l'impianto di elevazione in sé vanno prese considerando però, in primo luogo, la sicurezza delle persone.

Città del Messico, palazzo delle Poste (inaugurazione 1907), conservazione dell'ascensore originale di inizio secolo. Fonte: http://it.wikipedia.org/wiki/Palazzo_Postale; ascensore Art Nouveau (centro) e l'ascensore di Santa Giusta a Lisbona. In queste situazioni è ovvia la scelta di conservare la "scatola" materica dell'impianto. Per la parte meccanica, le scelte devono considerare soprattutto la sicurezza degli utenti.

6. Parafulmine

In alternativa ai sistemi classici di parafulmine, che richiedono la presenza di piattabande e diversi sistemi di fissaggio, si possono anche utilizzare sistemi ad nucleo concentrato, con un unico captatore fissato su un asta di acciaio, nel punto più alto dell'immobile da difendere (la testata di captazione è connessa ad un sistema di scarico che può anche essere interno all'edificio, fino al collegamento a terra). La configurazione dello spazio difeso da questo captatore dipende fortemente dall'altezza di montaggio.

Esempio di captatore (dimensioni del corpo: c. 20 – 30 cm) e schema spaziale raffigurante l'area protetta (sistema Prevectron, ditta: Indelec - Francia). Anche se sono stati creati per applicazioni industriali, sono particolarmente adatti per inserimento in edifici storici; il montaggio su punti alti rende il corpo quasi invisibile dal basso e l'inserimento di cavi e piattabande dei parafulmini tradizionali è eliminato. Esempio di possibilità di montaggio, sul cuspide di una torre campanaria.

7. Sistemi wireless (senza fili)

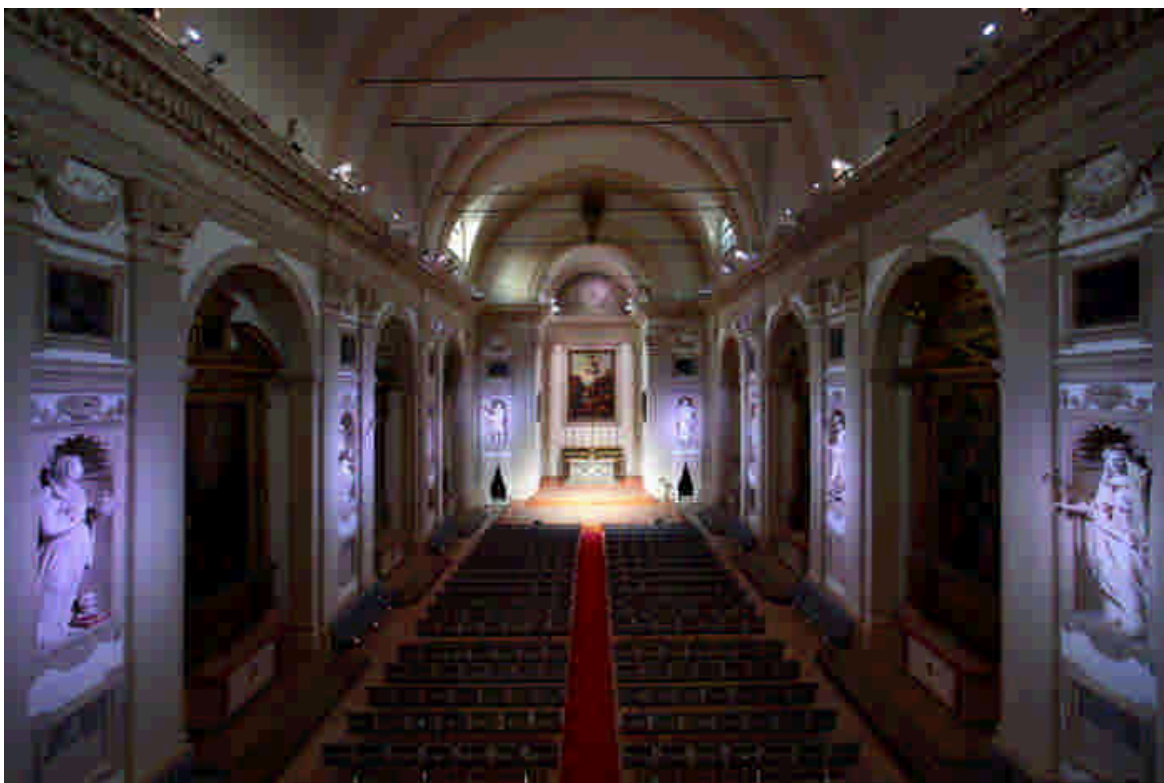
Al fine di evitare l'intrusione di fili e cavi passanti, soprattutto nei casi di edifici storici con presenza di superfici di pregio, la tecnologia wireless sta compiendo, negli ultimi anni, importanti sviluppi sia per la messa a punto di applicazioni dedicate, sia per la sicurezza dei sistemi operativi. Il wireless che utilizza onde radio a bassa potenza o anche se meno diffusi, radiazione infrarossa il laser permette una vasta gamma di prodotti che affrontano diverse soluzioni:

transizione di dati aziendali;
traffico Internet;
telefonia VoIP (Voice Over Internet Protocol);
sistemi di videosorveglianza TVCC IP;
sistemi di monitoraggio per la sicurezza (antincendio, antifumo, localizzazione, etc.);

I sistemi wireless di ultima generazione permettono anche un notevole risparmio energetico introducendo il sistema senza batterie.

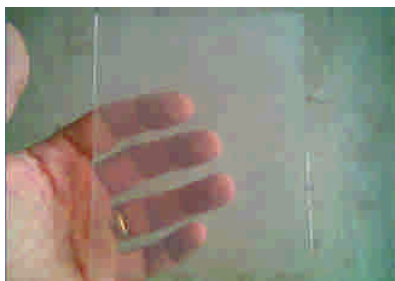
8. LED

Led è un acronimo per Light-Emitting Diode (diodo ad emissione di luce).
Led è un dispositivo che permette di controllare l'intesità luminosa in uscita; oltre a permettere un notevole risparmio energetico, questa tecnologia non emette sostanzialmente calore e quindi può essere utilizzata anche vicino a superfici sensibili e facilmente alterabili (es. pittoriche, cellulosiche, etc.) Viene già ampiamente utilizzata nella museotecnica e sta trovando riscontro, dato dalle nuove game di colori, anche nelle applicazioni più estetiche come l'illuminazione esterna degli edifici storici, con notevoli effetti scenografici.

Il dispositivo sfrutta sostanzialmente le proprietà ottiche di materiali semiconduttori al fine di produrre fotoni a partire dalla ricombinazione di coppie elettrone-lacuna. Gli elettroni e le lacune vengono iniettati in una zona di ricombinazione attraverso due regioni del diodo trattate con impurità di tipo diverso, cioè n per gli elettroni e p per le lacune. Il colore della radiazione emessa è definito dalla distanza in energia tra i livelli energetici di elettroni e lacune e corrisponde tipicamente al valore della banda proibita del semiconduttore in questione.
I LED sono formati da GaAs (arseniuro di gallio), GaP (fosfuro di gallio), GaAsP (fosfuro arseniuro di gallio), SiC (carburo di silicio) e GaInN (nitruro di gallio e indio). L'esatta scelta dei semiconduttori determina la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita.

Santa Cristina della Fondazza – Bologna, Fonte immagine www.LaRepubblica.it

Fonte immagine: www.marcodesalvo.it

Gel Fotovoltaico

Per la produzione di energia da fonti rinnovabili sono molte le applicazioni e le tecnologie sviluppate. Una fra queste è il gel fotovoltaico applicabile direttamente sulle aperture (finestre, porte, lucernai, etc.) preesistenti su edifici storici. Ad oggi la produzione elettrica basta, in una casa di medie dimensioni, all'autosufficienza, ma è ipotizzabile che, con il perfezionamento della resa per centimetro quadrato, si arrivi alla comparazione con i più classici pannelli. Di facile applicazione ed esteticamente non invasiva può avere una buona applicazione anche nei centri storici.

Fonte immagine: www.moebiusonline.eu – *www.*escoenery.eu

In conclusione, questa breve successione di esempi evidenzia le potenzialità applicative che le nuove tecnologie o i nuovi sistemi di assemblaggio danno in ambiti molto diversi, per il miglio inserimento dell'impiantistica all'interno degli edifici storici.
Come si vede, uno degli intenti di questa pubblicazione è di proporre uno strumento che permetta di avere informazioni sulle tecnologie esistenti e sui requisiti delle normative, per poter essere sempre aggiornati sulle possibilità applicative, ai fini della progettazione e della migliore esecuzione possibile.

3.7. Bibliografia selezionata

AA. Vv., Convegno Aicarr: l'impiantistica nella ristrutturazione edilizia, Polystampa Grafica, 1988, Milano.
AA. Vv., Convegno sul tema: impiantistica nella salvaguardia dei beni artistici e storici, Polystampa Grafica, 1991, Milano.
AA. Vv., Gli impianti nella ristrutturazione edilizia, Cartografica, 1996, Monza.
AA. Vv, *Linee guida per l'uso efficiente dell'energia nel patrimonio culturale*, MIBAC, a cura di L. DE SANTOLI, con la collaborazione di M. MARIOTTI, (in corso di stampa).
GIOVANNI CARBONARA, *Avvicinamento al restauro*, Napoli 1997
GIOVANNI CARBONARA, a cura di, *Trattato di restauro architettonico*, vol. Gli impianti nell'architettura e nel restauro, UTET, Torino 2003
CHIARA AGHEMO, CRISTINA AZZOLINO, *Il progetto dell'elemento di involucro opaco*, Celid, 1996, Torino.
DANIELE ALBERTI, ANTONIO MAZZON, Legge 10191, Guida al calcolo, Calcolo e verifica del fabbisogno energetico negli edifici in base alla legga 19/91 e al D.p. r. 412/93, Dario Flaccovio Editore, 1995, Milano.
CRISTINA BENEDETTI, Progetto ambiente, edizioni Kappa, 2003, Roma.
VITTORIO BEARZI, ROBERTA IUZZOLINO, Ristrutturazioni ed impianti, L'impiantistica moderna nella ristrutturazione edilizia, Edizioni Kappa, 1994, Roma.
VITTORIO BEARZI, ROBERTA IUZZOLINO, Impianti di riscaldamento, Il progetto secondo la legge 10/91, Tecniche Nuove, 1996, Milano.
MARZIANO BERNARDI, Castelli del Piemonte, San Paolo, 1961, Torino.
FRANCESCO BIANCHI, EMILIO LABIANCA, Gli impianti termici nell'edilizia civile, La Nuova Italia Scientifica, 1997, Roma.
VERA COMOLI MANDRACCI, Torino, Laterza, 1994, Bari.
FLAVIO CONTI, Castelli del Piemonte, De Agostini, 1980, Roma.
VINCENZO CORRADO, PAOLO OLIARO, Fisica Tecnica. Appunti delle lezioni, Politeko, Torino, 2000.
GIULIANO DALL'Ò, Architettura e impianti, Guida all'integrazione degli impianti tecnici negli edifici, Cittàstudi, 1994, Milano.
L. DE SANTOLI, G. MONACA LO GIUDICE, Beeps (Building Energy and Environment Performance System): una proposta per la certificazione energetica degli edifici, s.d (2005?), ricerca commissionata dal Ministero dell'Ambiente in attuazione della 2002/ 91/ CE; da www.beepsitalia.it
MARCO FILIPPI, Schede di fisica tecnica ambientale. Climatizzazione, Politeko, Torino, 2002.
RENATO LAZZARIN, Sistemi solari attivi, Manuale di calcolo, Franco Muzzio & C. editore, Padova, 1981.
AGOSTINO MAGNAGHI, MARIOLINA MONGE, LUCIANO RE, Guida all'architettura moderna di Torino, Lindau, Torino, 1995.
MARIO MANCIA, Gli impianti di condizionamento, Tipologie di impianto per il progetto architettonico, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1996.
G. e I. MASSARI, Risanamento igienico dei locali umidi, Milano 1988.
C. ROGGERO BARDELLI, Torino, Il Castello del Valentino, Lindau, 1992, Torino.
C. ROGGERO BARDELLI, MARIA GRAZIA VINARDI, VITTORIO DEFABIANI, Ville Sabaude, Rusconi, 1990, Milano.
ANDREA PAOLONI, La facoltà di Architettura e il Castello del Valentino, tesi della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, rel. Emanuele Levi Montalcini, a. a. 1998-1999.
ADRIANO PASTA, Impianti di riscaldamento, Il progetto secondo la legge 10,'91, Tecniche Nuove, 2001, Milano.
AA. VV., Avvenimenti, Recuperare è bello... ma difficile, Convegno Aicarr "Gli impianti nella ristrutturazione edilizia", in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 1, gennaio 1997.
M. A. ACITO, R. FESTA, Scheda impianti: Complesso conventuale Rione Sassi, Matera, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 3, marzo 1999.
AA. VV., Macchine Vrf al Castello Sforzesco, in CDA – Condizionamento dell'aria, n. 10, nov. 2002.
U. ANSELMI, Gli impianti "per irradiazione " fra le due guerre. Alcune notizie sulle origini ed i primi sviluppi, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 5, maggio 1997.
LEONARDO BANELLA, VITO PASQUALINI, Scheda impianti: Il complesso monumentale di S. Francesco di Orvieto, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 7, luglio 2000.

LORENZO COLOMBO, Recupero del complesso denominato "Agenzia", in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 9, ottobre 2004.
PIERLUIGI CATTANEO, GIUSEPPE DELGIUDICE,1 pannelli radianti come mezzo per migliorare il benessere ambientale, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 3, marzo 2000.
PIERLUIGI CATTANEO, Storia degli ospedali, L'evoluzione architettonica e lo sviluppo tecnologico, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 7, luglio/agosto 2002.
ALBERTO CAVALLINI, Editoriale: Ristrutturazioni e detrazioni, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 6, giugno 1998.
MARIO CUCULO, VITTORIO FERRARO, DIMITRIOS KALIAKATSOS, VALERIO MARINELLI, Pavimenti radianti, un metodo semplificato di calcolo e sua verifica sperimentale, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 5, maggio 1999.
DIEGO DANIELI, ALESSANDRA VIO, La ristrutturazione della sede di S. Sebastiano dell'Università di Venezia, Progettare il risparmio energetico-economico secondo i dettami della Legge 10, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 10, ottobre 1999.
DIEGO DANIELI, ALESSANDRA VIO, Scheda impianti: Il complesso del Castello di Torre a Pordenone, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 3, marzo 2002.
DIEGO DANIELI, ALESSANDRA Vio, Scheda impianti: Palazzo Contarini "dalla porta di ferro ", in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 10, ottobre 1999.
GIUSEPPE DASTI, L'Ambrosiana, Gli impianti di climatizzazione per la Biblioteca e la Pinacoteca, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 3, marzo 1998.
GIUSEPPE DELGIUDICE, Pannelli radianti, Considerazioni sulle emissioni, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 8, agosto 2000.
NLaRCO DONINELLI, MARIO DONINELLI, Scheda impianti: Museo di Santa Giulia, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 10, ottobre 1999.
GIORGIO FUSCHINI, STEFANO VENCO, Il 'fattore 4" è un'utopia? Nuove frontiere per gli impianti di climatizzazione, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 4, aprile 2003.
MARTINA KERN, La visita con i soci Ashrae alla Cappella Sistina, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 8, agosto 1997.
MARTINA KERN, Visita tecnica Aicarr alla "ex sala borsa" di Bologna, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 2, febbraio 2002.
LUCIO LAURENTI, FULVIO MARCOTULLIO, Analisi in regime vario dello scambio termico acqua-tubo in un pannello radiante a pavimento, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 12, dic. 2000.
Lucio LAURENTI, FULVIO MARCOTULLIO, Su un ambiente sperimentale climatizzato con pannelli radianti a pavimento, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 11, novembre 2000.
R. LOLLINI, I. MERONI, C. POLLASTRO, F. VALENTINI, Diagnosi e gestione dei parametri ambientali nei musei, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 7, luglio 2000.
E. MONTI, Microclima, qualità dell'aria e impianti negli ambienti museali. Seminario Aicarr, Firenze, 7 febbraio 1997, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 6, giugno 1997.
GIORGIO RAFFAELLINI, Editoriale: A Firenze per la qualità ambientale nei musei, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 1, gennaio 1997.
MARIA PICCARRETA, Gli impianti nel Palazzo della Civiltà Italiana ali 'Eur. Ipotesi di una loro musealizzazione, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 1, gennaio 2000.
MARA PoRToso, La Mole Antonelliana, Da sinagoga a Museo Nazionale del Cinema, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 10, ottobre 1999.
PIERCARLO ROMAGNOLI, MAURO STRADA, ROBERTO TRAVERSO, La ventilazione negli edifici di grande altezza. Flussi d'aria in ambiente. Modelli di previsione, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 7, luglio 2003.
REMO ROMANI, Una ristrutturazione suggestiva, Gli impianti nella sede del Calzaturificio Linea Marche in una vecchia fornace, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 2, febbraio 2002.
NICOLA Rossi, Sistemi di climatizzazione a confronto, in CDA - Condizionamento dell'aria, n. 2, febbraio
MICHELE CORDARO, *“Teoria e pratica del restauro in Cesare Brandi”,* pagg. 55-77, in
Restauro e tutela, Roma 2003, Graffiti Editore.
CESARE BRANDI, *Teoria del restauro,* 1964 Roma, Einaud
LICIA VLAD BORRELLI *“Restauro Archeologico: storia e materiali”,* Roma 2003, Edizioni Viella
DIMOS, Parte II, modulo 1, *Fattori di deterioramento, Prefazione.* 1980 Roma,Istituto Centrale del restauro,
PARCO PETRELLI *“Alois Riegl”, La cultura del restauro. Teorie e fondatori* a cura di Stella Casiello, Venezia 1996, Edizioni Marsilio.
CARLO CESCHI “ *Teoria e storia del restauro*”, Roma 1970, Edizioni Bulloni.

4. CRITERI DI SOSTENIBILITA' DEL CONTESTO URBANO

(a cura di Giuseppe Longhi e Diletta Bellina)

Il progetto integrato di riqualificazione e manutenzione dell'architettura storica prevede di correlare le conoscenze relative all'edificio con quelle riguardanti il metabolismo delle risorse naturali e sociali alle quali è morfologicamente legato allo scopo di individuare, valutare e gestire gli impatti che esso genera. A questo fine si propone di procedere ad un'analisi e progettazione integrata fra manufatto, ambiente naturale e contesto fisico.

Il concetto di integrazione, riferito ai progetti di riqualificazione e manutenzione dell'architettura storica, coinvolge, oltre il sistema di interventi che riguardano direttamente l'edificio, le interrelazioni fra quest'ultimo e l'ambiente esterno. Grazie a questo concetto si supera l'idea di intervento “diretto” a favore di quella di intervento “metabolico”, capace cioè, oltre che di minimizzare gli input fisici del progetto (materia ed energia), di ottimizzare l'intero ciclo di vita del manufatto storico, grazie alla considerazione delle sue relazioni con il contesto, che comprendono anche l'ottimizzazione delle fasi di funzionamento e l' azzeramento delle emissioni.

Gli scopi dell'interrelazione fra processo di riqualificazione di manufatti storici e contesto urbano possono essere ricondotti all'obiettivo di ogni progetto sostenibile: rivalutare in modo olistico le risorse umane, naturali e fisiche.
Riguardo alle risorse umane la riqualificazione avrà come obiettivi la facilitazione di processi di coesione, l'aumento dell'indice di felicità dei soggetti coinvolti direttamente e indirettamente nel progetto, l'elevazione del livello di coinvolgimento di tutti i portatori di interesse.
Riguardo alle risorse naturali gli obiettivi sono riconducibili agli scopi definiti dalla Convenzione sulla biodiversità ed al controllo degli effetti del cambiamento climatico.
Infatti, l'aumento della biodiversità permette di:

- diminuire la pressione degli impianti sull'edificio, in quanto le funzioni di raffrescamento e mitigazione possono essere utilmente svolte all'esterno dello stesso, grazie all'utilizzo dei fattori naturali;
- allargare il concetto di vivibilità e bellezza al contesto;
- allargare il concetto di valore economico, oltre all'edificio anche alle risorse naturali, invitando a computare nel valore economico, oltre alle risorse fisiche, i beni e servizi prodotti dal contesto naturale.

Più radicali sono gli effetti sul progetto del cambiamento climatico. Essi riguardano infatti le relazioni fra edificio e morfologia urbana, al fine della misurazione delle isole di calore, della ottimizzazione dei sistemi di trasporto e della localizzazione dei posti di lavoro, per contenere le emissioni generate dagli spostamenti dei veicoli a motore. Ma il cambiamento climatico mette in discussione anche il postulato fondamentale dei restauratori, ossia quello che i materiali devono essere conformi all'originale. Un presupposto che evidentemente è messo in discussione dai cambiamenti climatici ed apre il campo alla connessione fra restauro ed innovazione.
Riguardo alle risorse fisiche il progetto di riqualificazione deve confrontarsi, oltre che con la riflessione sui materiali, sopra ricordata, con gli obiettivi di consumo energetico, sempre più severi, proposti dalla nuova Direttiva UE/ 31/2010 del Parlamento europeo e con il rispetto dei parametri della Convenzione di Kyoto. Questi ultimi obbligano a gestire strategie progettuali che tendono a trasformare gli edifici da consumatori a generatori di energia. Tutti questi obiettivi sono impossibili da raggiungere se applicati direttamente all'edificio storico, perché ne modificherebbero in modo sostanziale le qualità. Da qui l'esigenza di traslarli verso il contesto, con il benefico effetto ad esempio di liberare gli edifici storici dagli impianti, che saranno allocati nel suo intorno, sfruttando le tecnologie in rapido miglioramento della cogenerazione e della micro generazione. Oppure di sperimentare la produzione di energia solare su superfici agricole a bassa produttività o sulle superfici di stazionamento. In tal modo il contesto storico diventa luogo di sperimentazione dove il paradigma della conservazione si integra con quello della nuova produzione di energia e socialità.

Grazie all'ampliamento del concetto di riqualificazione alle sinergie fra manufatto, contesto e ambiente, oltre a sfruttare appieno le opportunità della progettazione sostenibile, la fa rientrare all'interno dei campi di applicazione del “green new deal”, ossia nello sforzo che sta facendo il mondo occidentale per innovare e generare nuove occupazione, nel rispetto delle risorse naturali, ormai scarse, e dell'eredità storica. Il progetto di conservazione si coniuga così perfettamente con il progetto di innovazione.

4.1. Modello di analisi del livello di sostenibilità del contesto urbano

Un progetto di riqualificazione edilizia, perché si possa definire sostenibile, deve rispondere a requisiti di sostenibilità nel contempo a scala urbana e a scala d'edificio. Una visione integrata della progettazione consente di controllare gli impatti positivi e negativi che essa genera sull'ambiente, sulla popolazione e sull'economia. Per questo è importante integrare le conoscenze relative all'edificio con quelle riguardanti il metabolismo dell'habitat naturale sul quale l'edificio insiste, ed il metabolismo sociale, che riguarda il sistema di comportamenti e le culture di tutti i portatori di interesse coinvolti nel progetto.
Il modello proposto è articolato in quattro principi, sintetizzabili in: coerenza, valori, strumenti, strategia.
Più dettagliatamente:

1 COERENZA > con gli strumenti di governo internazionali, nazionali e locali, che indicano la roadmap per raggiungere crescenti livelli di sostenibilità degli interventi di riqualificazione.

Principi	Target concordati a scala internazionale, al 2009	Target-Sommario
Zero Emissioni	Al 2020 tutti gli edifici ed infrastrutture dovranno essere a 0 emissioni. Le energie rinnovabili saranno prodotte in sito o acquistate da operatori esterni mediante negoziazione secondo quanto definito dal protocollo di Kyoto. Tutti gli edifici e le infrastrutture saranno progettate o riqualificate per essere energeticamente efficienti rispetto ai migliori standard nazionali. Qualora questi non esistano si farà riferimento alle disposizioni internazionali. 1997, Protocollo di Kyoto/ IPCC 2002, Direttiva UE 2002/91/CE 2005, Direttiva UE 447/2005 su qualità dell'ambiente e dell'aria. 2006, Libro verde. Strategia europea per un'energia sostenibile 2008, Due volte 20 per il 2020 2008, Efficienza energetica: conseguire l'obiettivo 20%	Tutti gli edifici, i loro impianti ed accessori devono essere energeticamente efficienti e alimentati da energie rinnovabili. Questo concetto, nel caso di edifici storici, deve essere traslato al''esterno, coinvolgendo il territorio
Zero Rifiuti	Nel lungo termine occorre eliminare il concetto di rifiuto. Al 2020 si devono raggiungere i seguenti obiettivi: - la produzione pro capite di rifiuti deve essere monitorata e di conseguenza programmata la sua riduzione; - la produzione di energia pulita da rifiuti, come parte della strategia a 0 emissioni, deve essere supportata da un attento monitoraggio in sito e dall'adozione di standard derivati dalle buone pratiche. Si dovrebbero adottare standard nazionali per la minimizzazione dei rifiuti nelle fasi di costruzione in cantiere. Si devono sviluppare convenzioni per accellerare il raggiungimento dell'obiettivo dell'eliminazione dei rifiuti entro il 2020, tenendo anche conto dei rapidi avanzamenti nel trattamento dei rifiuti. *2005, Direttiva UE 667/2005*	Almeno il 70% in peso dei rifiuti, generati dai residenti e dal commercio, devono essere recuperati, trasformati in compost e riciclati. Al 2020, non più del 2% dei rifiuti dovrebbe essere inviato in discarica. Lo standard dell'edificio storico è 0 rifiuti ed emissioni

Trasporto sostenibile	L'abbassamento dell'impronta ecologica del trasporto deve essere coerente con l'obiettivo generale di non superare 1,5 ha per persona. Devono essere definiti target per gli spostamenti, specie per quelli urbani. La sfida è di introdurre una nuova cultura della mobilità: promuovere gli spostamenti a piedi e in bicicletta, ottimizzare l'uso dell'automobile privata e ripensare in modo flessibile il sistema urbano dei trasporti pubblici. *2007, Libro verde. Verso una nuova cultura del trasporto urbano UE*	Le emissioni di CO2 da trasporto devono essere ridotte in base a piani regionali condivisi. Meglio se la riduzione è certificata in base a un piano di riduzione. Nell' area storica gli accessi sono regolamentati, i mezzi del city sharing sono elettrici, è praticato il bici sharing
Materiali sostenibili	Nelle costruzioni e nelle operazioni di sviluppo immobiliare si devono determinare target nazionali per aumentare ed ottimizzare l'uso di materiali locali, di recupero, rinnovabili, riciclati, a basso impatto ambientale. *1989, Direttiva UE 89/106*	Nelle costruzioni si deve ottimizzare l' uso di materiali locali, di recupero, rinnovabili, riciclati, a basso impatto ambientale. I materiali sono selezionati in base all' energia incorporata
Alimenti sostenibili	Si devono incoraggiare diete salubri basate su cibi locali, stagionali e a basso impatto ambientale. Dal 2020 una significativa quota di cibo dovrebbe essere fornita da imprese agricole a basso impatto ambientale, con imballaggi ridotti e localizzate in un raggio compreso fra 50 e 100 km dal centro del sito. Data l'importanza del cibo si dovrebbe raggiungere un target minimo di consumi con queste modalità del 25% (in peso) e uno ideale del 50%. Si devono selezionare indicatori di performance per certificare genuità ed equità del processo produttivo.	Per diminuire il carico ambientale dovrebbero essere promosse diete salubri e definiti target minimi per fornire un' alimentazione organica, a basso impatto ambientale, basata su cibi locali.
Uso sostenibile dell'acqua	Si devono elaborare specifici target nazionali per l'uso efficiente dell'acqua ed il suo riciclo, che devono essere particolarmente restrittivi nel caso di scarsità. Tutti i cittadini devono avere accesso all'acqua. I progetti in aree a rischio di inondazioni devono avere una strategia a protezione del rischio a 100 anni. *2000, Direttiva UE 60/2000*	L' analisi del ciclo dell' acqua e strategie di recupero fanno parte del progetto di riqualificazione dell' edificio e del contesto storico
Biodiversità e risorse naturali	Lo sviluppo deve produrre un contributo positivo alla biodiversità e agli habitat naturali. Ogni specie chiave deve essere identificata e monitorata, in quanto parte di un piano di conservazione locale. Deve essere elaborato uno specifico piano d'azione per ogni sito per mantenere, rafforzare, rivalutare gli aspetti della	Occorre valutare il livello di bioticità del contesto e progettare soluzioni a più alta bioticità

	biodiversità. Deve essere definita almeno un'ipotesi per rigenerare lo stock di risorse naturali degradate (suolo, alberi, pesci, ecc..) e un piano per implementarle. *1992, Conferenza di Rio* *2000, Natura 2000* *2004, Dichiarazione di Kuala Lumpur* *2005, Uso sostenibile delle risorse naturali COM UE 670/2005* *2006, Arrestare perdita di biodiversità entro 2020 COM UE 216/2006*	
Cultura e tradizione	Occorre elaborare un piano d'azione specifico per ogni sito per mantenere, migliorare, rivitalizzare pregevoli aspetti della storia e della cultura locale (compresi gli edifici e le tecniche di costruzione locale).	Contestualmente al progetto deve essere elaborato un programma di diffusione dei valori culturali dello stesso
Equità e commercio equo	Le comunità lavorano per aumentare il benessere delle fasce svantaggiate della popolazione. Si devono definire i principi di equità della comunità e i principi di commercio equo per i prodotti importati. *2000, Convenzione Millennium*	Contestualmente al progetto deve essere elaborato un programma di diffusione dei valori culturali dello stesso
Salute e benessere	Si deve favorire la salute, il benessere e la felicità. Occorre monitorare il livello di soddisfazione dei residenti e il raggiungimento degli standard ONU per salute, sicurezza e qualità ambientale. *2008-2013, Who Healthy city programme*	Il progetto di riqualificazione tiene conto dell'aumento del benessere sia degli abitanti dell'edificio che del quartiere

Fonte: Rielaborazione dei principi di sostenibilità elaborati da One Planet Living inizativa sviluppata da BioRegional e WWF.

2. VALORI > essi guidano l'intervento di riqualificazione sostenibile. Sono identificati assumendo come riferimento i principi di sostenibilità elaborati dalla Commissione per lo sviluppo sostenibile della città di Londra: responsabilità, rispetto, risorse e risultati.

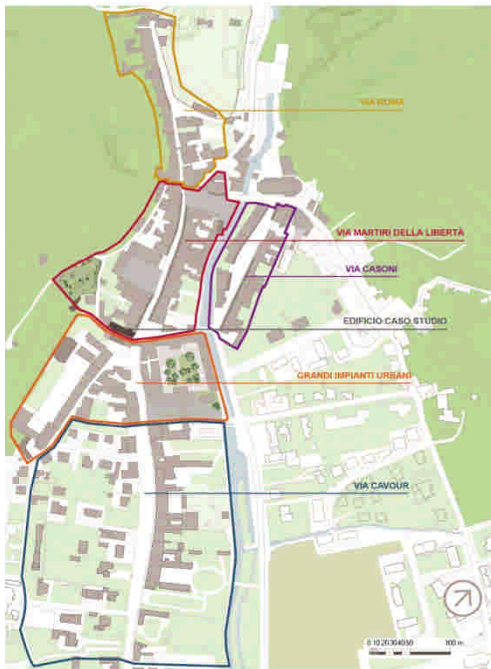
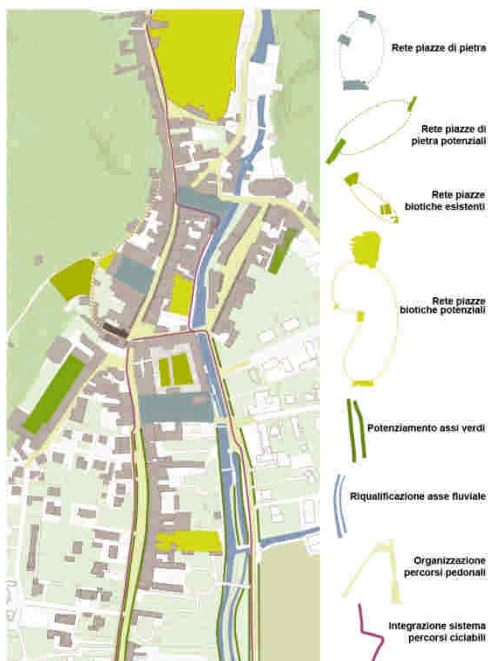
Responsabilità
Progettare responsabilmente significa acquisire la consapevolezza che ciascuno deve essere responsabile delle proprie azioni e che qualsiasi intervento genera degli impatti sulle persone e sull'ambiente. Agire responsabilmente significa avere uno sguardo sul lungo periodo. L'applicazione di questo valore richiede di progettare rispettando, nel contempo, le condizioni e i bisogni attuali e futuri.

Rispetto
Progettare nel rispetto della diversità delle comunità e dell'ambiente rafforza il progetto, aumenta le sue probabilità di successo e la sua coerenza con le aspirazione dei cittadini.
Agire con rispetto aiuta a creare delle comunità eque e dinamiche, all'interno delle quali i cittadini vivono in armonia e lavorano insieme per risolvere i problemi comuni.

Risorse
Progettare tenendo a mente che le risorse sono finite e che alcune di queste, per mano dell'uomo, stanno rapidamente esaurendosi, incluse quelle che impieghiamo per produrre energia. La crescente produzione di beni di consumo genera quantità enormi di rifiuti immessi nell'aria e nel suolo.
Progettare, secondo il metabolismo dell'intero processo d'intervento, può aiutare a ridurre gli input di risorse naturali e azzerare i rifiuti e le emissioni in fase di realizzo e di gestione.

Risultati
Progettare cercando di raggiungere dei risultati sostenibili richiede di elaborare degli scenari positivi che sostengano gli obiettivi prefissati e che producano delle ricadute favorevoli sull'economia, sulla società e sull'ambiente.

Fonte: Rielaborazione dello schema delle 4R: i quattro principi che ispirano un progetto sostenibile secondo quanto sviluppato dalla Commissione per lo sviluppo sostenibile della città di Londra nel 2003.

3. STRUMENTI > occorre procedere a rilevare le risorse che sono presenti nell'intorno dell'edificio storico con lo scopo di gestire il sistema di esternalità che interagisce con l'edificio. Questo al fine di aumentare l'efficacia degli interventi diretti sull'edificio storico.
Questo momento sarà puntalmente sviluppato nel paragrafo 6.4 trattando il caso-studio.

4. STRATEGIA > essa è definita grazie all'elaborazione di un'agenda condivisa, che propone un sistema operativo di interventi, che integrano il progetto di riqualificazione di edificio.
In particolare le forze guida dell'Agenda sono:
- potenziamento di vivibilità, bellezza e risorse naturali,
- aumento di sicurezza e comfort,
- produzione di energia da fonti rinnovabili,
- eliminazione dei rifiuti.

4.2. Definizione di valori e scopi del progetto

Il metodo di progettazione proposto fa riferimento a **quattro principali momenti organizzativi** del progetto:

- Responsabilità
- Rispetto
- Risorse
- Risultati.

Sono i requisiti di sostenibilità proposti dalla Commissione Sostenibilità della città di Londra (2003)per contribuire al miglioramento della qualità della vita delle persone e alla salvaguardia delle risorse naturali.

Il metodo ha l'obiettivo di incoraggiare tutti i progettisti e gli amministratori pubblici a ripensare il progetto in modo diverso, considerando responsabilmente gli impatti che esso genera sui cittadini e sull'ambiente, rispettandone le diversità e le risorse grazie ad una gestione attenta e responsabile che mira a raggiungere risultati sostenibili quali:
- favorire la coesione sociale,
- contribuire a migliorare i livelli occupazionali,
- garantire il risparmio e la rivalutazione delle risorse naturali,
- migliorare l'ecoefficienza del sistema e dei prodotti coinvolti.

Il metodo di seguito illustrato è stato applicato, in via esemplificativa e sperimentale, al piccolo centro storico di Serravalle di Vittorio Veneto (TV); l'analisi è riportata nel Capitolo 7 del presente lavoro, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

Responsabilità
Il progetto di riqualificazione sostenibile pone le sue basi nella consapevolezza che ciascuno è responsabile degli impatti che le proprie azioni generano sugli altri e sull'ambiente.
E' importante quindi prima di avviare il progetto individuare correttamente lo spazio geografico dell'intorno e l'ambito sociale sui quali l'intervento andrà ad impattare, anche in modo indiretto, per poi successivamente valutarne gli effetti ed avviare azioni di mitigazione o di ricalibratura.
È importante che la popolazione divenga parte integrante del processo progettuale, attraverso la creazione di un Forum civico, grazie al quale contribuirà responsabilmente attraverso la discussione e il proprio contributo attivo. Questo significa agire responsabilmente e richiede lo sforzo di guardare nel lungo periodo e prendere in considerazione la rapidità e la molteplicità dei cambiamenti della popolazione, delle culture, dei fattori tecnologici, delle disponibilità delle risorse, dei cambiamenti climatici, ecc.

Coinvolgimento
- Identificare i gruppi sociali coinvolti direttamente o indirettamente dal progetto. - Identificare i gruppi economici e sociali attivi sul territorio, per creare una rete di relazioni e scambi di idee attraverso forum, sondaggi, blog, ecc. - Focalizzare le strategie di coinvolgimento e di comunicazione che si vogliono utilizzare: poster, sito web, newsletter, spot radio, trasmissioni tv, centri di informazione e consulenze sul progetto, gruppi/tavoli di lavoro intorno ai progetti, libretto d'uso. - Presentare l'agenda dei momenti di confronto e di verifica ai diversi gruppi individuati.
Impatti - Indicare le procedure per l'individuazione degli impatti di natura sociale-economica-ambientale derivanti dal progetto. - Indicare i provvedimenti presi per minimizzare gli impatti possibili generati dal progetto.
Cambiamenti - Descrivere i cambiamenti climatici, tecnologici e degli stili di vita, che coinvolgono il territorio dell'intervento ed i suoi cittadini. - Descrivere come il progetto è in grado di adattarsi a tali mutamenti.

Rispetto
Il progetto di riqualificazione urbana deve porsi l'obiettivo del rispetto della diversità delle comunità e dell'ambiente. Questo lo rafforzerà, aumentando le sue probabilità di successo e la sua coerenza con i bisogni, le volontà e le aspirazioni dei cittadini. La promozione della coesione e dell'equità nel rispetto delle diversità sono punti strategici del progetto, in quanto garantiscono lo stesso beneficio di un ampio spettro di conoscenze, capacità ed esperienze che le diversità della popolazione offrono. Il rispetto non è quindi solo un valore ma un sistema di pratiche, che contribuiscono ad aumentare l'occupazione, a promuovere forme qualificate di lavoro, a garantire la legalità, ad aprire a modi di vita diversi e a non costruire barriere rispetto alle classi svantaggiate.

Sito Descrivere i servizi esistenti, la loro integrazione con il contesto e con i servizi previsti dall'intervento. Descrivere gli elementi del progetto che hanno come finalità il potenziamento dell'ambiente. Spiegare in quale modo l'intervento porti all'aumento del livello di socialità nel sito e nel suo intorno e come contribuisca a creare un senso di "urbano".
Vantaggi Elencare i vantaggi che il progetto offre ai diversi tipi d'utenti, distinguendo tra gli utenti che direttamente fruiscono dell'intervento e quelli che ne usufruiscono solo indirettamente.
Impatti Descrivere gli impatti delle diverse fasi dell'intervento sui diversi gruppi sociali. Descrivere gli impatti del crimine (disagio sociale) sul contesto e la capacità dell'intervento di ridurli.
Strategie Indicare i provvedimenti adottati dal promotore o insiti nell'intervento, tesi ad offrire pari opportunità ai cittadini coinvolti. Individuare quale strategia verrà utilizzata per aumentare la sicurezza. Descrivere le attività previste per annullare, ridurre o risolvere eventuali conflitti con la popolazione residente e l'ambiente circostante.

Risorse
Il progetto deve prendere in considerazione il metabolismo dell'intervento di riqualificazione, allo scopo di minimizzare l'input di risorse naturali ed azzerare la produzione di rifiuti e di emissioni.
Le risorse naturali infatti si stanno deteriorando e riducendo rapidamente.
Con l'incremento della popolazione e dell'urbanizzazione è facile prevedere che aumenterà anche la domanda di risorse. E' importante che nel processo progettuale si tenga conto di fenomeni (quali l'effetto serra), che trasformano l'ecosistema dal quale dipende la nostra vita. L'approccio metabolico al progetto porterà a considerare l'unità fra ambiente naturale, biodiversità animale e vegetale e ambiente fisico.

Strategie Descrivere le strategie d'incremento della biodiversità e della qualità degli spazi aperti. Descrivere le strategie per la salvaguardia di edifici e siti storici o culturali significativi. Descrivere le strategie di riduzione di consumo d'acqua. Descrivere le strategie di riduzione di emissioni inquinanti. Descrivere le strategie di riduzione di consumo energetico e di aumento di efficienza energetica. Descrivere l'eventuale uso di fonti rinnovabili. Descrivere le strategie di riduzione dei rifiuti e le modalità previste di riuso e/o di riciclo.

Risultati
Il progetto deve favorire più elevati livelli di coesione sociale, contribuire a forme qualitative e quantitative d'occupazione, garantire risparmio e rivalutazione delle risorse naturali, attraverso il miglioramento dell'ecoefficienza del sistema e dei prodotti coinvolti.
Una chiave di lettura dei risultati è il livello d'innovazione con cui perseguire gli obiettivi sociali, ambientali ed economici.
Per raggiungere il risultato della sostenibilità è cruciale l'organizzazione del progetto: olistico nella sua struttura e trasparente nelle decisioni, grazie a: report ambientali e sociali, adozione di sistemi di management ambientale, sviluppo di programmi di coinvolgimento della comunità, valutazione della dimensione etica degli investimenti, coinvolgimento nelle aspettative del sistema di fornitori.

Sito Indicare il sistema di gestione ambientale utilizzato.
Coinvolgimento Indicare il programma di "community involvement" utilizzato. Presentare il report finanziario, sociale, ambientale ed evidenziare: - se la contabilizzazione dei costi è aggregata o articolata nel ciclo di vita; - come il progetto contribuisce alla produzione di nuova occupazione e alla riqualificazione di quella esistente; - quali fasce svantaggiate sono coinvolte nel progetto, e descrivere le forme di coinvolgimento previste; - come il progetto favorisce l'elaborazione di nuove idee ed innovazione.
Impatti Indicare le modalità d'incremento della salute della popolazione coinvolta in modo diretto ed indiretto. Indicare le modalità d'incremento della disponibilità, della qualità, dell'uso delle strutture culturali, sportive o di tempo libero nell'area.
Strategie Descrivere mediante quali nuove tecnologie, utilizzate nel progetto, s'intende ottenere un miglioramento dei risultati. Elencare quali protocolli di responsabilità dei fornitori sono stati adottati. Descrivere le procedure di trasparenza adottate per le decisioni e quelle per la buona gestione.

4.3. Valutazione dell'impianto morfologico

La rilevazione delle risorse procede attraverso questi momenti:

a) identificazione degli spazi urbani interrelati all'edificio da riqualificare, che diviene la base per lo studio delle unità morfologiche;
b) identificazione delle risorse che contribuiscono alla qualificazione degli spazi urbani: le risorse umane, naturali e fisiche.

Studio delle unità morfologiche

I centri storici sono caratterizzati da un'elevata eterogeneità morfologica, motivo per cui, per prima cosa, si parte con la mappatura di tali differenze.
Si individuano infatti le caratteristiche e le qualità specifiche del luogo, quali l'epoca di costruzione, la vocazione funzionale, le tipologie prevalenti, la gerarchia delle reti infrastrutturali, le centralità, le relazioni con le altre morfologie, gli elementi attrattori e i fattori di sostenibilità, ecc.

Analisi delle risorse

La diversità nelle morfologie è generata dalle molteplicità nelle risorse disponibili: fisiche-infrastrutturali, naturali ed umane.
L'ordine proposto pare in contrasto con il principio della sostenibilità che individua nelle risorse naturali, oltre che in quelle umane, i fattori propulsori di ogni intervento. Nel caso dei centri storici il fattore propulsore è il patrimonio fisico, per il suo alto valore culturale e per le rigidità di sistema cui è sottoposto (vincoli spaziali, normativi, ecc..); è inevitabile quindi derogare al principio sopra illustrato.

Risorse fisiche

Le risorse fisiche sono l'insieme di output frutto delle attività dell'uomo sul territorio al fine di generare ricchezza e reddito. Sono composte da: edifici ed infrastrutture, macchinari e attrezzature e aree urbane.
Lo studio delle risorse fisiche presenti nei centri storici avviene attraverso delle schede sintetiche che mettono in evidenza la qualità, l'omogeneità del tessuto edilizio storico, la presenza di punti di discontinuità, il rapporto tra il costruito e le superfici biotiche e il rapporto tra gli spazi privati e quelli pubblici allo scopo di poter poi proporre nell'Agenda progettuale azioni mirate ad implementare l'efficienza energetica del costruito, a salvaguardare edifici storici di rilievo e a promuovere l'uso di fonti energetiche alternative a scala urbana.

Lo studio delle infrastrutture viabilistiche avviene attraverso delle schede che forniscono gli input per individuare la qualità della rete viaria, la presenza o meno di percorsi pedonali e ciclabili esclusivi, il loro livello di pericolosità, di manutenzione, allo scopo di evidenziare i punti di forza e debolezza sui quali costruire poi interventi atti ad aumentare, per esempio, il livello di sicurezza di pedoni e ciclisti, facilitare l'accessibilità ai luoghi di socialità anche a persone con ridotte capacità motorie, distribuire in modo attento e strategico i punti di sosta, ecc.
Un'altra scheda individua invece la tipologia della rete di illuminazione pubblica e ne valuta il livello di qualità in base all'efficienza, al risparmio energetico e all'inquinamento luminoso.

Lo stesso dicasi per le infrastrutture tecnologiche dove una matrice di valutazione consente di inquadrare il livello di qualità, manutenzione, efficienza, di copertura, ecc. della rete dell'acquedotto, della raccolta delle acque meteoriche, delle acque fognarie, della rete di distribuzione del gas, dell'elettricità e della rete Internet.

Risorse biotiche

Le risorse biotiche o naturali sono lo stock di fattori irriproducibili, o riproducibili nel lungo momento, che costituiscono il territorio: dall'aria, al clima, al vento, ecc. fino al suolo (terre agricole, boschi, fiumi, laghi, ecc.) con la sua biodiversità per finire al sottosuolo (acque sotterranee, risorse minerarie, ecc.).
Lo studio delle risorse biotiche, presenti nei centri storici delle città, parte con l'individuazione delle caratteristiche del microclima urbano: qualità dell'aria, clima, soleggiamento, venti predominanti, precipitazioni, livello di umidità e poi pone un'attenzione specifica allo stock di verde rintracciabile all'interno del tessuto urbano: verde pubblico e privato puntuale, verde pubblico e privato lineare; la cui salvaguardia ed implementazione risulta essenziale per abbattere le isole di calore e per consentire ai cittadini di godere di luoghi di socialità all'aperto.

Risorse umane
Le risorse umane comprendono la struttura della popolazione, il livello della sua educazione, del lavoro, del capitale sociale (istituzioni e altre strutture sociali, come le associazioni).
Il metodo proposto si interessa prevalentemente al ruolo e all'importanza che le risorse umane possono svolgere nelle fasi decisionali che riguardano interventi sulla città o sul quartiere e le modalità con le quali si possono avviare questi momenti di discussione.

4.3.1. Dall'unità morfologica all'edificio

Una volta individuate le unità morfologiche che costituiscono il tessuto urbano di un centro storico, si da priorità allo studio dell'unità su cui insiste l'edificio o gli edifici da ristrutturare.

Si individuano le componenti fisiche (edifici, piazze e strade) e naturali (parchi urbani, giardini privati, verde attrezzato) per comprenderne il livello di bioticità; la configurazione del patrimonio edificato e delle infrastrutture, attraverso delle sezioni, per capire l'assetto edilizio in base al rapporto tra altezza degli edifici fronte strada e la larghezza della sede stradale.
Questo aiuta a comprendere la compattezza del fronte edificato, la presenza di elementi di disturbo e le qualità di salubrità e di igiene del luogo.

Il rapporto tra la superficie edificata e quella non edificata, biotica o abiotica, di pertinenza dell'edificio, emerge dallo studio della disposizione degli edifici rispetto al lotto. Da questa analisi si evidenzia il livello di densità della zona e la qualità degli spazi aperti.

Infine, la conoscenza del costruito dell'unità morfologica prevede un rilevamento delle funzioni e degli usi ai quali sono destinati gli edifici al fine di valutare la vocazione d'utilizzo di quell'area.

L'analisi di ogni *unità morfologica* precedentemente individuata prenderà in esame i seguenti aspetti, con l'obiettivo di *evidenziarne gli elementi qualitativi*:

- descrizione dei caratteri distintivi dell'impianto morfologico
- configurazione del patrimonio edificato in rapporto alle infrastrutture
- disposizione degli edifici rispetto al lotto analisi dei fronti pubblici e dei fronti privati

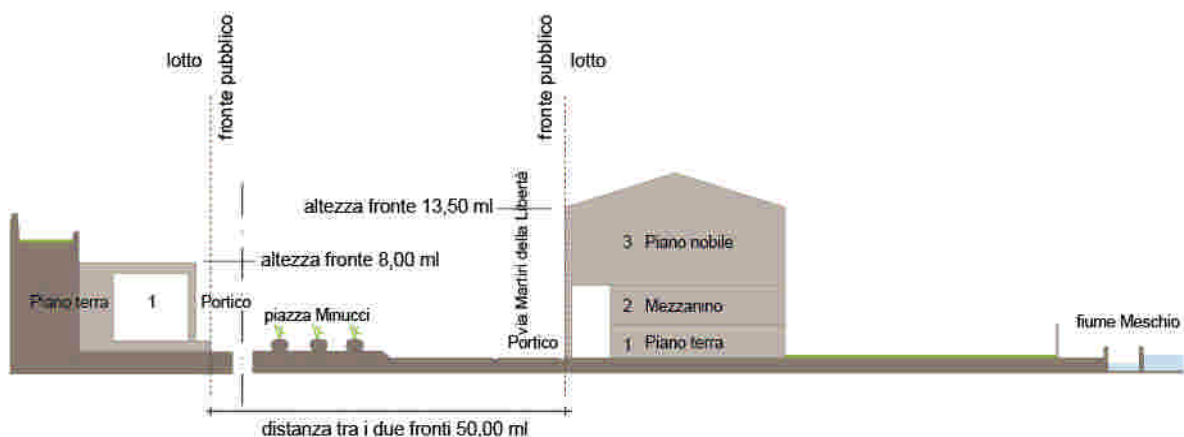



Figura. Sezione tipo di una unità morfologica

L'analisi trova completamento nella **matrice degli utilizzi** (vedi Cap. 7), la quale consente di individuare, all'interno di ciascuna unità morfologica in esame, quali sono le funzioni rilevate e quindi di comprenderne la vocazione d'uso.
Questo consente, in fase progettuale, all'Amministrazione e al progettista di avere uno strumento in più per fare delle valutazioni sulle future destinazioni da prevedere nell'area e su eventuali azioni da mettere in campo, per esempio, sulla viabilità, sui trasporti, sui servizi alle persone.

4.3.2. Livello di infrastrutturazione degli spazi aperti e delle strade

La conoscenza delle qualità morfologiche di un'area richiede uno studio dei suoi spazi aperti (piazze, parchi e giardini pubblici) e della sua rete stradale.

Il metodo proposto è di individuare gli spazi aperti e il loro intorno e di descriverne la qualità, il tipo d'utilizzo e la qualità architettonica attraverso una tabella, la quale può di volta in volta essere personalizzata dal professionista che si accinge all'analisi morfologica di un'area.

L'analisi potrà rilevare:

- la presenza di attività commerciali stabili e temporanee allo scopo di comprendere quali siano le attività che vengono svolte e di conseguenza se si tratti di uno spazio dinamico e creativo oppure al contrario statico;
- le dotazioni di arredo urbano per cogliere le opportunità che il luogo può offrire ai cittadini che lo frequentano (la presenza di sedute, di fontane, di punti informativi, di stalli per le biciclette, ecc.) o al contrario l'assenza di questi elementi d'arredo la causa di un suo mancato o parziale utilizzo o un uso dello stesso solo da parte di persone di una certa fascia di età (per esempio la mancanza di sedute potrebbe escludere la sosta di anziani e mamme con bambini piccoli);
- il grado di bioticità che consente di intuire se si tratta di una piazza di pietra oppure se vi è la presenza di elementi arborei che consentono, per esempio, un suo utilizzo anche durante il periodo estivo;
- la dotazione di infrastrutture tecnologiche, come la rete WI-FI, che consentono di moltiplicare gli utilizzi della piazza da parte di tutti i cittadini soprattutto dei più giovani e di chi lavora.

Per quanto concerne invece la conoscenza della rete stradale e dei punti di sosta, questa avviene attraverso un rilievo preciso delle dimensioni della sede stradale, dei marciapiedi, delle eventuali piste ciclabili e della posizione e del numero dei parcheggi.
A corredo della mappa si propone una tabella compilativa che aiuta a descrivere in modo puntuale le caratteristiche fisiche della strada e a dare dei giudizi di merito sulle sue qualità d'uso: livello di sicurezza, livello di manutenzione, qualità visiva, rischi d'incidente, livelli d'emissione, livello di rumore e livello di saturazione. Questi fattori di giudizio sono indispensabili per comprendere in modo puntuale lo stato di una strada e per avviare azioni d'intervento.

L'altro elemento preso in considerazione per approfondire la conoscenza della qualità degli spazi aperti e della rete stradale è il sistema d'illuminazione pubblica.
Un rilievo dei corpi illuminanti, della loro localizzazione e poi una descrizione delle loro caratteristiche consente di comprenderne il livello d'efficienza.
Si prendono in considerazione le seguenti caratteristiche: il livello d'illuminazione, le tipologie delle lampadine (per constatare se sono a basso consumo oppure no), la tipologia dei corpi illuminanti (per verificare se rispettano o meno i requisiti anti inquinamento luminoso) e la possibilità di utilizzare sistemi d'alimentazione alternativi.

Anche la presenza di una rete informativa turistica va segnalata quale elemento utile alla lettura degli spazi urbani (vedi Cap. 7).

4.3.3. Reti tecnologiche

Conoscere le qualità di un luogo significa conoscere anche la sua dotazione di reti tecnologiche. Sapere se esiste una rete fognaria pubblica oppure se le acque nere prodotte vengono smaltite attraverso altri sistemi (vasche biologiche), se vi è la rete pubblica dell'acquedotto oppure se l'edificio è dotato di un pozzo, se la rete della corrente elettrica è interrata oppure no, se vi è la rete del gas e quella telefonica sono tutti aspetti che diventano importanti in fase di scelte progettuali sia a livello urbano che d'edificio e senza dubbio rappresentano un vincolo per il progettista impiantista.

Una volta realizzata la mappatura di tutte le dotazioni tecnologiche della zona interessata dall'intervento, si procede con la descrizione del loro livello di qualità attraverso la compilazione di una matrice di valutazione.

Questa matrice, di seguito allegata, ha in ascissa l'indice delle reti tecnologiche rilevate e in ordinata l'area di rilevamento. *Per ogni rete tecnologica sono riportate delle voci che ne definiscono il livello di qualità.*
Per esempio, per la rete dell'acquedotto si chiede di valutare:

- la copertura del servizio, per capire quanti abitanti e di conseguenza quanti edifici sono dotati di allacciamento all'acquedotto comunale;
- il numero di allacciamenti che vengono richiesti giornalmente;
- le perdite presenti lungo tutta la rete per poter individuare quali azioni intraprendere per ridurre lo spreco d'acqua potabile causato dalla cattiva manutenzione delle condutture;
- la qualità dell'acqua erogata. Questo aspetto diventa importante per poter, ad esempio, avviare delle campagne di sensibilizzazione tra i cittadini all'uso dell'acqua del rubinetto piuttosto di quella in bottiglia;
- il livello di manutenzione della rete;
- la sorgente di approvvigionamento. Conoscere il luogo di approvvigionamento è di fondamentale importanza per avviare azioni mirate per la sua tutela e salvaguardia.

Rete tecnologica	**Unità morfologica**			
	campione 1	campione 2	campione 3	campione 4
Rete acquedotto				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)				
Dotazione pro-capite giornaliera immessa in rete				
Perdite della rete				
Qualità dell'acqua erogata				
Livello di manutenzione della rete				
Sorgente di approvvigionamento				
Rete raccolta acque meteoriche				
Indice rispondenza rete tecnologica (sup. urbanizzate/km sviluppo reti)				
Indice di efficienza tecnologica (ml rete/abitanti serviti)				
Livello di manutenzione				
Sistema di smaltimento				
Sistemi di filtraggio olii (in corrispondenza di parcheggi)				
Rete fognaria acque reflue urbane				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)				
Utilizzo della capacità depurativa (rapporto tra ab. equivalenti serviti e potenzialità degli impianti)				
Acque reflue destinate al riutilizzo				
Livello di manutenzione				
Sistema di depurazione				
Rete distribuzione gas				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)				
Perdite della rete				
Livello di manutenzione della rete				
Rete distribuzione energia elettrica				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)				
Livello di manutenzione				
Rete Internet				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)				
Gestore				
Tipologia della rete				
Velocità di connessione				
Presenza di servizio WI-FI				

4.3.4. Risorse naturali

L'approccio sostenibile al progetto di riqualificazione edilizia richiede un'approfondita conoscenza della componente biotica rilevabile nel tessuto storico all'interno del quale si inserisce l'intervento.
Recepire informazioni sulle risorse naturali disponibili è importante per riconoscere dei fattori strategici alla progettazione, per valutare quali potranno essere gli effetti generati dal progetto sulla componente ambientale e di conseguenza quali azioni mirate intraprendere di mitigazione o di revisione del progetto, nel caso in cui l'impatto risulti non sostenibile.

Le risorse naturali presenti all'interno di un centro storico possono sembrare talvolta limitate ed esigue, ma l'approccio proposto invita a considerare anche l'insieme di tutte le componenti che caratterizzano il clima specifico di un determinato luogo, ovvero il suo microclima urbano.

Le componenti prese in considerazione sono:
- *qualità dell'aria*: fattore che consente di rilevare la presenza di inquinamento atmosferico nell'aria; questo può incidere, per esempio, sulle scelte di destinazione d'uso di un manufatto o di un complesso storico, oppure sulle tecnologie da adottare in fase di restauro.
I dati relativi alla qualità dell'aria vengono forniti in genere dall'Amministrazione Comunale oppure dall'ARPA regionale.
Nel caso-studio i rilevamenti sono eseguiti in stazioni, mediamente lontane dal centro di Serravalle, ma gli esperti dell'ARPAV (http://www.arpa.veneto.it/home2/htm/home.asp) sono in grado, attraverso delle interpolazioni matematiche, di riferire i dati al luogo dell'intervento.
- *clima*: la conoscenza di questa componente è essenziale in fase di progettazione esecutiva. Le scelte legate allo spessore e alla tipologia degli isolanti, alle caratteristiche prestazionali dei serramenti, al dimensionamento degli impianti partono dalle condizioni climatiche del luogo d'intervento.
I dati relativi al clima possono essere reperiti presso l'aeroporto più vicino oppure, nel Veneto, presso il Centro Meteorologico di Teolo. Questo, con un servizio a pagamento, fornisce informazioni storiche specifiche di ogni luogo, attraverso infatti delle interpolazioni matematiche, è in grado di fornire dati particolareggiati partendo dal rilevamento effettuato da stazioni diffuse sul territorio vicino.
- *soleggiamento*: la rilevazione dell'esposizione al sole di un edificio o di un complesso storico è un'informazione utile per comprendere le logiche insediative di un luogo e per codificare gli accorgimenti tecnici e compositivi, adottati in un fabbricato, per schermarsi dal sole oppure per sfruttarne gli effetti benefici. In fase di riqualificazione, individuare, per esempio, la falda più esposta al sole consente di valutare l'opportunità o meno di utilizzare dei pannelli fotovoltaici per la produzione di energia, oppure di utilizzare dei vetri dotati di pellicole a controllo solare al fine di risolvere i problemi dovuti all'eccessivo irraggiamento solare: calore, abbaglio, riflesso sui videoterminali, raggi uv, ecc.
Simulazioni sull'irraggiamento solare a scala d'edificio e urbana posso essere eseguite con opportuni software (per esempio Ecotect, iPPF, Solarurban, RASTER CITIES, ecc.) e i dati di riferimento possono essere estratti, per esempio, da:
- Atlante italiano della radiazione solare (sito realizzato nell'ambito delle attività di analisi sitologica del Progetto Solare Termodinamico dell'ENEA) http://www.solaritaly.enea.it/
- *vento*: conoscere la direzione prevalente del vento è utile per comprendere le logiche insediative di un luogo e verificarne le condizioni igienico sanitarie. Questo fattore può interferire sulla scelta, per esempio, della destinazione d'uso di un edificio da riqualificare.
I dati relativi ai venti che soffiano in un certo luogo possono essere reperiti dall'aeroporto più vicino oppure, come nel nostro caso-studio, dall'ARPAV.
- *precipitazioni*: informazioni sulla quantità, la frequenza, l'intensità e la stagionalità delle precipitazioni possono essere rilevanti per le scelte tecnologiche e d'uso dei materiali adottati in fase di riqualificazione edilizia.
I dati relativi alle precipitazioni possono essere reperiti presso l'aeroporto più vicino oppure, come nel nostro caso-studio, dall'ARPAV.
- *livello di umidità*: conoscere il livello di umidità presente in un luogo è strategico per valutare la futura destinazione d'uso di un fabbricato e per scegliere i materiali più idonei in fase di ristrutturazione.
I dati di riferimento possono essere recuperati presso l'ARPAV.

4.3.5. Misura del livello di bioticità del contesto: il metodo BAF

Il costruito, le infrastrutture e le risorse naturali sono state analizzate attraverso delle schede che ne hanno evidenziato le caratteristiche, la consistenza e il livello di qualità.

Per valutare invece il livello di compatibilità con la capacità di carico del sistema naturale si utilizzerà il **metodo del BAF (Biotope Average Factor)**, che è un indicatore di pressione biotica. Adottato dalla città di Berlino, esprime la *porzione di superficie naturale (o potenzialmente naturale) all'interno di ciascun lotto urbano*. Il BAF è applicato alle diverse unità morfologiche urbane e costituisce la base per raggiungere più elevati standard di bioticità delle superfici urbane, grazie ad interventi di qualità.

La superficie identificata con il BAF soddisfa i seguenti scopi:

- salvaguarda e migliora il microclima e l'igiene atmosferica;
- salvaguarda e sviluppa le funzioni del suolo e il bilancio idrico;
- crea e aumenta la qualità delle piante e degli habitat animali;
- migliora l'ambiente residenziale ed urbano in generale.

$$\text{BAF} = \frac{\text{effettiva superficie biotica}}{\text{superficie totale}}$$

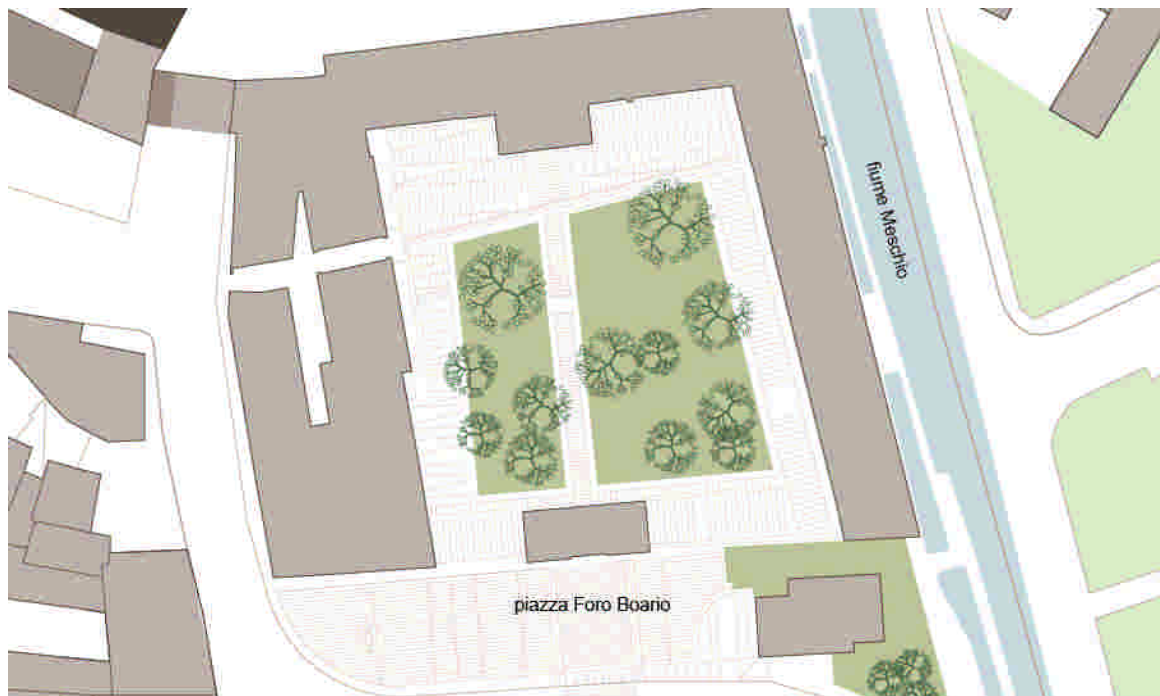
Schede esplicative del metodo BAF

Tabella 1 - Indice BAF: tasso di bioticità delle superfici

Superficie	Fattore di ponderazione	Qualità della superficie
Impermeabile	0,0	Impermeabile all'aria e all'acqua, non consente la crescita di piante (asfalto, cemento, piastre con base impermeabile).
Semi-impermeabile	0,3	Permeabile all'aria e all'acqua; normalmente priva di vegetazione (mattoni klinker, pavimentazioni mosaico, piastre con base in sabbia o ghiaia).
Permeabile	0,5	Permeabile all'aria e all'acqua: possibili infiltrazioni d'acqua e crescita di vegetazione (ghiaia con crescita d'erba, pavimentazioni in blocchi di legno, mattoni a nido d'ape con erba.
Con vegetazione, non collegata al suolo sottostante	0,5	Superficie con vegetazione su copertura di locali interrati, con spessore di terreno inferiore a 80 cm.
Con vegetazione, non collegata al suolo sottostante	0,7	Superficie con vegetazione non collegata al suolo sottostante, con spessore di terreno superiore a 80 cm.
Con vegetazione, collegata al suolo sottostante	1,0	Superficie con vegetazione collegata al suolo sottostante: possibile crescita di flora e fauna.
Con filtraggio d'acqua piovana per mq di superficie di copertura	0,2	Superficie con filtraggio d'acqua piovana per rifornimento delle falde freatiche; filtraggio d'acqua in superfici con vegetazione già esistente.
Verticale ricoperta di vegetazione fino all'altezza massima di 10 m	0,5	Superficie a verde su coperture e muri perimetrali senza la presenza di finestre fino ad un'altezza di 10 m.
Tetti verdi	0,7	Superficie con vegetazione intensiva ed estensiva a copertura di tetti.

Tabella 2 - Obiettivi del BAF per: recuperi, ampliamenti e nuove costruzioni

Recuperi e ampliamenti (aumento della percentuale di copertura SC)		Nuove costruzioni
	SC	BAF
Unità residenziali (solo uso residenziale e usi misti senza utilizzo degli spazi pubblici da parte delle attività commerciali)		
fino a 0,37 0,38 - 0,49 più di 0,50	0,60 0,45 0,30	0,30
Spazi commerciali (solo uso commerciale e usi misti senza utilizzo degli spazi pubblici da parte delle attività commerciali; imprese commerciali, centri direzionali)		
	0,30	0,30
Servizi pubblici (ambito sociale culturale)		
fino a 0,37 0,38 - 0,49 più di 0,50	0,60 0,45 0,30	0,60
Scuole (scuole di ogni grado, istituti professionali, servizi per lo sport all'aperto)		
	0,30	0,30
Asili		
fino a 0,37 0,38 - 0,49 più di 0,50	0,60 0,45 0,30	0,60
Infrastrutture		
	0,30	0,30

Calcolo esplicativo
Ogni lotto di pertinenza di un edificio può essere progettato in modo differente. La priorità comunque deve essere data alle misure che mirano ad aumentarne la superficie biotica.
Solo dove questo non sia possibile, si possono adottare delle misure alternative come per esempio l'uso di superfici semi-biotiche. L'altro obiettivo è quello di cercare di sostituire le superfici abiotiche esistenti (cementate e asfaltate) con superfici biotiche.

Dati relativi al progetto dell'ex ospedale civile: corte interna

Superficie totale del lotto	4.429 mq
Superficie coperta	1.522 mq
Superficie scoperta	2.970 mq
Indice di costruzione	0,34

Calcolo del BAF
La superficie scoperta deve essere suddivisa in base alla qualità della superficie e moltiplicata per il rispettivo fattore di ponderazione (vedi Tabella 1)

Superficie scoperta	2.970 mq		
Superficie semi-impermeabile	1.418 mq	0,3	425,40 mq
Superficie con vegetazione non collegata al suolo sottostante (spessore inferiore 80 cm)	1.288 mq	0,5	644,00 mq
Superficie pavimentata	264 mq	0,0	0,00 mq
Totale superficie biotica			1.069,00 mq

$$BAF = \frac{1.069,00\ mq}{2.970,00\ mq} = 0,36$$

Consultando la Tabella 2 dove sono indicati gli obiettivi del BAF per gli interventi di recupero di edifici destinati ai servizi pubblici con superficie coperta fino a 0,37, risulta che il valore consigliato del BAF sarebbe pari a 0,60, quindi circa il 67% in più rispetto a quello rilevato.
Questo risultato richiederebbe quindi di pensare a delle misure correttive per riuscire ad adeguare il BAF attuale con quello di riferimento, tenendo comunque sempre in considerazione il fatto che trattasi di un edificio di pregio all'interno di un tessuto storico consolidato.
Le misure da adottare potrebbero, per esempio, prevedere l'applicazione di un tetto verde sulle parti della copertura non visibile, l'applicazione di facciate verdi nelle pareti di nuova costruzione, la sostituzione, ove possibile, di superfici parzialmente pavimentate con spazi semi-aperti.

4.4. Organizzare la comunità

4.4.1. Promozione del forum

Il progetto di recupero sostenibile di un edificio storico e/o del suo contesto deve interagire con il sistema di preferenze ed i desideri dei cittadini, per questo il principio della sostenibilità prevede l'ampio coinvolgimento di tutti i portatori d'interesse.
La partecipazione alle decisioni, da una parte supera la visione del progettista come "dittatore benevolo" secondo la definizione di Fitoussi e dall'altra quella della P.A come mero istituto di controllo.

Un momento fondamentale nella diffusione della pratica partecipativa si è avuto con la promozione del programma Agenda 21 Locale approvato dalla Conferenza Generale delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro nel 1992, come strumento necessario alla gestione di processi sostenibili a favore delle future generazioni.

"*Ogni autorità locale, dovrebbe dialogare con i cittadini, le organizzazioni locali e le imprese private ed adottare una propria Agenda 21.*
Attraverso la consultazione e la costruzione del consenso, le autorità locali dovrebbero apprendere ed acquisire dalla comunità locale e dal settore industriale, le informazioni necessarie per formulare le migliori strategie." (Agenda 21, Cap. 28, 1992)

Generalmente un processo di partecipazione è avviato da un'Amministrazione pubblica o da un altro Ente pubblico più raramente, da gruppi di cittadini, da organizzazioni ambientaliste o da imprese singole o associate.

4.4.2. Coinvolgimento dei portatori d'interesse

Il primo passo per l'avvio del Forum richiede di individuare i partecipanti. Un'analisi sulle esperienze fino ad ora condotte evidenzia che ci sono sostanzialmente due metodologie per la convocazione degli stakeholders (portatori d'interesse) e la scelta di una o dell'altra dipende dalle dimensioni del territorio e dalla sensibilità dei cittadini rispetto alle tematiche trattate.

La prima metodologia, definita "selettiva", consiste nello stilare una lista dei portatori di interesse che si ritiene debbano necessariamente partecipare al Forum affinché esso risulti equilibrato e realmente rappresentativo. Tutti gli appartenenti alla lista vengono poi invitati a presiedere ai lavori del Forum - la partecipazione deve essere sempre volontaria - tramite una convocazione scritta personale. La peculiarità di questa metodologia è, almeno teoricamente, il raggiungimento di una composizione omogenea del Forum. Grazie alla mappatura degli stakeholders, infatti, si ha la certezza di non tralasciare nessun ambito. Si evita, inoltre, di avere dei gruppi di interesse rappresentati da un maggior numero di soggetti rispetto ad altri.
L'aspetto negativo consiste nella possibilità di esclusione di singoli, potenzialmente motivati e interessati, ma che, non avendo visibilità presso l'Amministrazione, non vengono contemplati al momento della compilazione della selezione.

La seconda metodologia, definita "volontaria", consiste invece nel predisporre un periodo di raccolta di candidature spontanee per la partecipazione al Forum. Generalmente questo periodo segue una serie di eventi atti a sponsorizzare la decisione di costituire un Forum territoriale, sia

tramite convegni, sia tramite la divulgazione attraverso i media locali (radio e stampa principalmente).
Il punto di forza di questa tecnica consiste nel permettere di raggiungere uno spettro più ampio di cittadini; il punto di debolezza, in una composizione poco equilibrata dei partecipanti al Forum stesso.
È quindi compito dell'Amministrazione, una volta chiuse le iscrizioni, valutare la possibilità di contattare stakeholders appartenenti a settori poco rappresentati ovvero escluderne alcuni presenti in numero eccessivo rispetto alle altre categorie." (estratto da Guida europea all'Agenda 21 Locale. La sostenibilità ambientale; linee guida per l'azione locale a cura di Stefano Pareglio, Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano, 2004).

Le esperienze europee e mondiali dimostrano che, laddove la popolazione è più sensibile e abituata ai processi partecipativi, l'Amministrazione è propensa ad adottare il metodo "volontario" perché raggiunge le persone veramente interessate alla progettazione della propria comunità e ne usa le risorse creative e il talento, mentre laddove i cittadini dimostrano minori capacità partecipative, l'Amministrazione propende per la metodologia "selettiva". Quest'ultima risulta essere la più praticata dai comuni italiani.

Per descrivere come si avvia un Forum cittadino, utilizzando la metodologia "selettiva", si riporta di seguito come esempio il caso del Comune di Reggio Emilia[21].

In via preliminare all'attivazione del Forum, si effettua una mappatura delle varie realtà economiche e dell'associazionismo che vivono, lavorano, frequentano il centro storico interessato al progetto di riqualificazione ovvero si individuano i portatori d'interesse: cittadini residenti, associazioni di categoria, commercianti, imprese di servizi, banche, ordini professionali, biblioteche, teatri, università, circoli culturali, centri sociali, enti religiosi, associazioni di cittadini, comitati di quartiere, associazioni di immigrati, scuole, associazioni sportive, associazioni di volontariato, associazioni ambientaliste, sindacati, associazione industriali, associazioni dei consumatori, Enti locali.

Una volta individuati i portatori d'interesse, questi vengono invitati a partecipare all'avvio del processo e ad esprimere una preferenza sul tema prescelto (tra quelli indicati dall'Amministrazione comunale). Per favorire una migliore comprensione del percorso, dei suoi contenuti, degli obiettivi, dei risultati attesi e delle modalità di lavoro e per facilitare la più ampia partecipazione possibile anche dei singoli cittadini, è utile far circolare preventivamente delle note informative (brochure, pagine web sul sito del comune, articoli sui giornali locali, ecc).

L'attività del Forum inizia con un incontro introduttivo di illustrazione del processo al quale fanno seguito incontri tematici dei diversi gruppi di lavoro.
Il percorso è impostato secondo le seguenti fasi di lavoro:
1° fase: Ascolto - Condivisione dei problemi sui temi
Domande chiave per ogni tema: *Quali problemi? Quali effetti? Quali cause?*
2° fase: Dai problemi alle soluzioni
Domande chiave per ogni tema: *Cosa fare? Come? Cosa si sta facendo ora (progetti del Comune e di altri soggetti sul territorio)?*
3° fase: Dalle soluzioni alle priorità
Domande chiave per ogni tema: *Cos'è prioritario per il quartiere? Quali impegni per i vari attori?*

Ad ogni incontro e per ogni gruppo sono presenti:
• un facilitatore, con il ruolo di coordinare e visualizzare la discussione e gli interventi dei vari partecipanti, consentire un'equa partecipazione dei presenti, fare emergere i vari punti di vista e garantire il rispetto dei tempi e del programma di lavoro;
• tecnici esperti comunali, con il compito di fornire, quando richiesti, chiarimenti e informazioni aggiornate e di illustrare sinteticamente i progetti comunali previsti nel quartiere.

La presenza costante dei tecnici comunali a tutti gli incontri dei gruppi permette di fornire una base tecnica alla discussione e di coinvolgere trasversalmente i vari Servizi del Comune.
Agli incontri tematici seguono degli incontri trasversali, dove tutti i gruppi si confrontano e definiscono delle priorità ed esprimono delle valutazioni sul percorso effettuato.

[21] Fonte: *Forum Progetti per il Centro Storico* - Comune di Reggio Emilia

Il risultato finale del processo partecipativo coincide con l'elaborazione del Piano d'Azione del Forum che contiene gli obiettivi strategici e le azioni-interventi proposti dai partecipanti per il miglioramento della qualità e della vivibilità del quartiere da riqualificare.
Il Piano d'azione si compone di obiettivi, di azioni mirate per il raggiungimento degli stessi, dell'elenco dei soggetti che si devono far carico dell'attuazione delle azioni e delle tempistiche di riferimento.

Qualunque sia la metodologia di convocazione scelta dall'Amministrazione, il Forum dovrebbe essere costituito da soggetti appartenenti alle seguenti categorie:
- rappresentanti eletti (Consiglio/Giunta);
- dirigenti e funzionari dell'Amministrazione;
- altri Enti territoriali (Comune, Provincia, Regione, Comunità Montane, Enti Parco ecc);
- agenzie e organismi tecnici (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ecc.);
- sindacati e associazioni di categoria;
- associazioni ambientaliste e di volontariato/no profit;
- associazioni culturali e dei cittadini;
- singoli soggetti economici;
- ordini professionali;
- Università o altri Enti di ricerca e formazione;
- singoli cittadini.

4.5. L'agenda progettuale

Lo studio della morfologia di un centro storico e delle sue componenti ambientali è propedeutico ad ogni ragionamento progettuale che interessi un edificio o un complesso da restaurare.
L'insieme degli interventi a scala urbana che riguardano l'intorno dell'edificio e che integrano l'intervento puntuale costituiscono l'Agenda progettuale.

Nell'analisi relativa al centro storico di Serravalle, riportata nel Cap. 7 del presente lavoro, sono stati individuati degli obiettivi strategici che definiscono una possibile Agenda progettuale per la zona di Serravalle; essi possono essere ritenuti validi anche per altri casi analoghi in riferimento al complesso di elementi che compongono il contesto urbano.

Questi obiettivi strategici sono:
1. Potenziare vivibilità, bellezza e risorse naturali
2. Aumentare sicurezza e comfort
3. Produrre energia da fonti rinnovabili
4. Eliminare i rifiuti

L'Agenda progettuale si compone di un sistema organico di tecniche per la riqualificazione (illuminazione, rete stradale, reti tecnologiche, ecc.) che dà luogo ad un *manuale tecnico.* Si tratta di un lavoro che prevede fin da subito la necessità di un continuo aggiornamento in considerazione della costante innovazione delle tecnologie.

4.5.1. Sicurezza e comfort

Il secondo obiettivo è l'aumento della sicurezza del traffico (specie dei pedoni e dei ciclisti), promuovendo azioni di riqualificazione che prevedono di creare un sistema di percorsi pedonali e di piste ciclabili sicure ed esclusive che connettano i luoghi strategici della città. Il progetto prevede, compatibilmente con i vincoli del luogo, di ripensare in modo intelligente ed efficiente le aree di sosta. Queste dovrebbero essere integrate, fornire informazioni utili ad una migliore gestione della mobilità ed essere energeticamente autosufficienti.

Lo scopo è di ridurre gli impatti negativi generati dall'uso superfluo delle automobili, specialmente all'interno del centro, e promuovere l'utilizzo di mezzi di trasporto pubblico e della bicicletta.

4.5.2. Energia da fonti rinnovabili

Il terzo obiettivo, in accordo con le strategie internazionali di riduzione delle emissioni nocive, è di incentivare l'uso di sistemi di produzione d'energia elettrica da fonti rinnovabili.

Si tratta di un tema complesso quando gli interventi ricadono all'interno di un tessuto urbano molto delicato costituito da edifici storici di elevato pregio architettonico.

L'uso dei tradizionali pannelli integrati fotovoltaici potrebbe essere consentito solo per quelle parti di copertura non a vista, in attesa che il mercato del settore ottimizzi dei sistemi meno impattanti. L'Amministrazione potrebbe inoltre pianificare di produrre l'energia da destinare al centro storico sfruttando delle superfici (esterne al centro) dove installare pannelli fotovoltaici.

4.5.3. Zero rifiuti

L'ultimo obiettivo è di avviare azioni che, in accordo con le Direttive europee, mirino ad eliminare i rifiuti urbani.

La prima azione da attuare è una campagna di sensibilizzazione per ottimizzare la raccolta differenziata e per promuovere a tutti i livelli una strategia di riduzione dei consumi, di riutilizzo delle merci e di un loro riciclo (tre R).

Una volta avviate queste azioni educational si posso intraprendere interventi concreti per ottimizzare la gestione dei rifiuti urbani. Pensare di sostituire l'attuale sistema di raccolta porta a porta con dei punti ecologici a scomparsa potrebbe risultare più conveniente a livello economico e meno impattante a livello visivo.

4.6. Bibliografia di riferimento

Metodologia
G.Longhi conE.Casagrande, I.Gobesso, A.Omodeo, *I requisiti di qualità degli interventi edilizi sostenibili: guida operativa*, ricerca FSE, IUAV-Dipartimento di Urbanistica, Venezia, 2008

Valori e scopi del progetto
Making your plans sustainable: A London Guide, London Sustainable Development Commission, London, 2003.
http://www.londonsdc.org/sustainable_development/
http://www.londonsdc.org/documents/lsdc_guide.pdf
Città di Londra
www.london.gov.uk
One Planet Living
http://www.oneplanetliving.org/index.html
Il portale dell'Unione Europea
http://europa.eu/pol/index_it.htm

Valutazioni dell'impianto morfologico
SmartCode Central
http://www.smartcodecentral.org/about2.html
Longhi G., *Linee guida per una progettazione sostenibile*, Officina Edizioni, Roma 2003

Notizie storiche su Serravalle
AA.VV. *Serravalle di Vittorio Veneto,* Associazione "Serravalle viva", grafiche De Bastioni, Vittorio Veneto 1999
Braido G., *Città e industria - La formazione urbana ed industriale di Vittorio Veneto nel XIX secolo,* De Bastiani Editore, Vittorio Veneto 1990
Posocco F., estratto da: *Atti del secondo Convegno sull' Urbanistica Veneta,* volume VII, parte I, Vittorio Veneto 1965
Tomasi G., *Topografia antica di Serravalle e della Val Lapisina,* Grafiche Editoriali Artistiche Pordenonesi, Pordenone 1989
Villanova G., *Serravalle nella storia e nell'arte*, Tipografica Piave, Belluno 1977.
Visitando Vittorio Veneto
http://www.visitandovittorioveneto.it/

Le risorse del comune di Vittorio Veneto
Comune di Vittorio Veneto:
http://www.comune.vittorio-veneto.tv.it
Il contratto di quartiere II - Serravalle - Progetto definitivo, Comune di Vittorio Veneto, Marzo 2006
Pianca M., *Piano Assetto del Territorio-Relazione Ambientale,* Comune di Vittorio Veneto, Maggio 2008
Servizi Idrici Sinistra Piave
http://www.SinPiave.it
Enel Energia
http://www.enel.it
ARPAV
http://www.arpa.veneto.it/home2/htm/home.asp
BAF - Biotope area factor
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/en/l_plan.shtml

Organizzare la comunità
Pareglio S. (a cura di), *Guida europea all'Agenda 21 Locale*, Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano 1999.
Asset Based Community Development (ABCD) elaborato da Community Builders.
http://www.communitybuilders.nsw.gov.au/getting_organised/planning/cdrk.html
http://www.dpcd.vic.gov.au/web14/dvc/dvcmain.nsf/headingpagesdisplay/building+resilient+communities
Forum Progetti per il centro storico, Comune di Reggio Emilia

http://www.partecipazione.comune.re.it/schede-di-approfondimento/agenda-21-di-quartiere-forum-progetti-per-il-centro-storico

Agenda progettuale
Hammarby Sjostad,
http://www.hammarbysjostad.se/
City of Stockhlom
http://international.stockholm.se/Stockholm-by-theme/A-sustainable-city/
Freiburg Green City
http://www.fwtm.freiburg.de/servlet/PB/menu/1182949_l1/index.html
Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche, Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige, Bolzano 2008
Progetto di fattibilità di un sistema del verde di mitigazione da inquinamento, Comune di Forlì - Settore Ambiente, Forlì 2004

5. LA QUALITA' ENERGETICO-AMBIENTALE NEL RECUPERO DELL'EDILIZIA STORICA: INDIVIDUAZIONE DI AZIONI ED INTERVENTI POSSIBILI

(a cura di Francesco Marinelli, Simonetta Chiovaro)

Il capitolo affronta il tema della riqualificazione energetica dell'edilizia storica alla luce delle nuove disposizioni di legge e propone di abbandonare il tradizionale approccio prestazionale dell'edificio a favore invece di una valutazione della sua qualità energetico-ambientale, mutuando concetti e strategie che sono propri dell'edilizia sostenibile.
A sostegno della validità di tale proposta, gli input di progetto finalizzati al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale vengono letti e declinati su edifici e contesti storici, mettendo in risalto come gli interventi tradizionalmente afferenti all'area del recupero e del restauro contengano in sé già molti spunti di condivisione con i criteri della sostenibilità. Essi perciò, opportunamente verificati e calibrati, potranno essere proposti come un nuovo approccio progettuale e di valutazione anche nel caso di edifici storici sottoposti a tutela.

5.1. <u>Qualità energetica dei beni culturali: dalla deroga alle linee-guida</u>

La normativa nazionale relativa al risparmio energetico e alla riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente non trova applicazione nel caso di edifici che siano Beni Culturali, per i quali è prevista la possibilità di derogare dalle prescrizioni di legge.

In particolare il comma 3 dell'art. 4 Direttiva 2002/91/CE prevede che:
"*Gli Stati membri possono decidere di non istituire o di non applicare i requisiti di cui al paragrafo 1* (requisiti minimi di rendimento energetico) *per le seguenti categorie di fabbricati:* ***edifici e monumenti ufficialmente protetti come patrimonio designato o in virtù del loro speciale valore architettonico o storico, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto*****".**
Tale rimando è stato ripreso nel D.Lgs. 192/2005 di recepimento della Direttiva e successivamente integrato dal D.Lgs. 311/2006. In particolare il comma 3 dell'art. 3 del suddetto decreto riporta esplicitamente:
"*Sono escluse dall'applicazione del presente decreto le seguenti categorie di edifici:*
a) gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della Parte Seconda e dell'art. 136 comma 1, lettere b) e c) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici.

Il richiamato art. 136 del D.Lgs. 42/2004 sottopone a tutela:
a. le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica;
b. le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;
c. i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale;
d. le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

Come già rilevato da esponenti del Ministero per i Beni e le Attività Culturali nell'ambito di un recente convegno sul tema della riqualificazione energetica[22], la normativa italiana prevede la possibilità di andare in deroga al rispetto dei requisiti minimi di legge *non solo per i complessi monumentali*, come prevedono le disposizioni comunitarie, <u>*ma anche su alcuni beni di valore paesaggistico*</u>, come potrebbero essere ad esempio i centri storici.

---

[22] Il testo che segue ripropone alcuni passaggi contenuti nella relazione "Riqualificazione energetica nel recupero dei centri storici", a cura del'ing. Maria Agostiano, funzionario presso la Direzione Generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee del Ministero dei Beni Culturali, nell'ambito del Convegno "Riqualificazione energetica di edifici ed impianti dopo il D.Lvo 115/2008", svoltosi a Napoli il 10.01.2010 e organizzato da Provveditorato alle Opere Pubbliche Interregionale Campania e Molise (www.unitel.it).

Il ricorso alla deroga è, comunque, applicabile esclusivamente a quegli interventi che possono danneggiare le *peculiarità materiche e formali dei beni*.

In mancanza di indicazioni sulle modalità di valutazione delle soluzioni alternative proposte, il **ricorso alla deroga** è stato spesso interpretato come una specie di “sconto” nei confronti dei beni culturali, ossia come la possibilità di limitare gli interventi da eseguire se non addirittura di esserne esonerati.
La fruizione di un bene culturale nelle migliori condizioni di confort e sicurezza (intesa non solo verso i fruitori ma anche dell’immobile e del suo contenuto) non è, infatti, solo un mero obbligo normativo ma è parte essenziale della sua valorizzazione e quindi della ragione della sua tutela.

Nelle disposizioni normative più recenti, l’*approccio prestazionale*, anche sull’esempio dei provvedimenti comunitari, ha acquistato un valore di strumento generale, scomparendo la subordinazione alla deroga. Non si impone più l’adozione di una specifica misura ma si chiede di dimostrare l’adeguatezza delle scelte compiute alla luce degli obiettivi prefissati.

Sarebbe auspicabile un approfondimento tematico della normativa per il caso specifico dei beni culturali, così come è successo per la normativa antincendio che ha introdotto il concetto di “sicurezza equivalente” o della normativa per la sicurezza in zona sismica che ha previsto la possibilità di ricorrere nel caso di beni di interesse culturale ad interventi di “miglioramento strutturale” in alternativa all’adeguamento agli standard normativi.

Tale disposizione normativa non significa, tuttavia, che sui beni culturali è preferibile non intervenire per migliorarne il rendimento energetico.
Gli eccessivi costi in termini di consumi rendono di fatto impossibile la gestione, e quindi la conservazione, di tali edifici.
Aldilà dell’impegno internazionale del Governo italiano, dell’obbligo di legge, la riduzione dei consumi energetici è fondamentale per garantire la tutela e valorizzazione dei beni culturali.

Anche se non c’è l’obbligo di rispettare i requisiti minimi di rendimento energetico imposti dalle disposizioni normative, tali valori devono comunque rappresentare un livello ottimale a cui cercare di arrivare, compatibilmente con le esigenze di tutela degli immobili, attraverso interventi mirati e specifici per ogni particolare contesto.

Ciò è possibile grazie a provvedimenti normativi flessibili che, come già evidenziato, permettono con un approccio di tipo prestazionale, di definire gli interventi più idonei attraverso un processo che parte dalla conoscenza approfondita dell’edificio e del rapporto con il contesto in cui è inserito.
E’ fondamentale, come primo passo, comprendere il lessico dell’edilizia storica per evitare l’uso di materiali e tecniche non compatibili con la tradizione e un’interpretazione scorretta dei caratteri strutturali degli edifici che ha portato all’attuale stato di degrado di molti centri storici”.
Nel caso specifico dell’edilizia storica, lo studio approfondito delle strutture permette di individuare le criticità, i punti di maggiore dispersione al fine di intervenire con progetti mirati e specifici, di minor impatto rispetto ad interventi estesi ed acritici nonché di dubbia efficienza. In particolare è importante *ricostruire le fasi costruttive del fabbricato* e le successive modifiche che ha subito nel tempo, al fine di individuare le zone di possibile discontinuità e disomogeneità delle murature o la presenza di vuoti (canne fumarie, intercapedini, etc.), che possono essere causa di un incremento delle dispersioni.

Nel recente passato si è spesso sottovalutato il *comportamento passivo degli edifici*, puntando quasi esclusivamente sull’impiantistica per compensare le variazioni climatiche. Gli antichi costruttori, invece, essendo privi degli strumenti tecnologici di cui disponiamo oggi, non hanno potuto ignorare i fattori climatici e buone regole dell’arte prevedevano, a seconda dei contesti, specifici accorgimenti costruttivi per compensare le variazioni climatiche. Fondamentali erano ad esempio, la localizzazione, l’orientamento, l’inclinazione delle coperture, i sistemi di ombreggiatura, il colore della superficie esterna, la dimensione e collocazione delle aperture, etc.

Sul tema specifico, dovrebbe giungere presto una proposta dal Ministero dei Beni e le Attività Culturali il quale ha promosso la redazione delle “Linee-guida per l’uso efficiente dell’energia nel patrimonio culturale” (AA.VV., in stampa).

5.2. Prestazione energetica e qualità ambientale: le aree tematiche della sostenibilità

Ad una valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio si può aggiungere una valutazione della sua "qualità ambientale": è questo il principio su cui si basano i più recenti sistemi di certificazione degli edifici, che hanno lo scopo di *valutare le prestazioni energetico-ambientali di un edificio realizzato (o ristrutturato) secondo criteri di sostenibilità ambientale* e analizzando le caratteristiche prestazionali dell'edificio *durante il suo intero ciclo di vita*.
Si tratta di **strumenti volontari** finalizzati al rilascio di una "certificazione di qualità" che premia, anche in termini di mercato, gli edifici rispondenti a requisiti predefiniti.
Le certificazioni ambientali attualmente operanti si fondano essenzialmente su due metodologie di valutazione:

- **a soglia minima standard**: l'ente certificatore stabilisce i requisiti minimi necessari per accedere alla certificazione ambientale.
- **a punteggio**: l'ente certificatore definisce una serie di fattori verificando i quali si ottiene il punteggio che consente la classificazione dell'edificio (rating) all'interno di una scala di prestazione.

Le Certificazioni ambientali nazionali e internazionali attualmente in uso sono le seguenti:

- Ecolabel Edifici UE - Marchio *a soglia* (in via di definizione);
- Austria - - Klima: aktiv - Marchio *a punteggio*;
- Francia - Haute Qualité Environmentale (HQE) - Marchio *a soglia*;
- Germania – DGNB – Marchio *a punteggio*;
- Italia: - Protocollo Itaca - Marchio *a punteggio*;
- Danimarca, Finlandia, Svezia, Norvegia, Islanda - Nordic Ecolabelling - Marchio *a soglia*;
- Spagna - Resolution MAH/1390/2006 (1389/2006) - Marchio *a soglia* e VERDE marchio *a punteggio*;
- Regno Unito - BREEAM - Marchio *a punteggio*;
- Svizzera - Minergie - ECO / Minergie P-ECO - Marchio *a soglia*;
- USA - LEED Rating Systems (GBC) - Marchio *a punteggio*;
- Australia - Green Star (Green Building Council Australia) - Marchio *a punteggio*;
- Giappone - CASBEE - Marchio *a punteggio*;
- Portogallo – LIDERA e SBTOOL PT – Marchio *a punteggio*;
- Repubblica Ceca – SBTOOL CZ – Marchio *a punteggio*.

Tutti questi tipi di Certificazione si basano su *sistemi di valutazione* che prendono in esame:

- il consumo delle risorse, quali: ENERGIA, ACQUA MATERIALI E TERRITORIO
- i carichi ambientali prodotti, ovvero le EMISSIONI INQUINANTI e l'IMPATTO SUL TERRITORIO
- il comfort e la qualità ambientale, sia all'esterno che all'interno dell'edificio
- la flessibilità e la qualità del SERVIZIO.

In Italia non esiste un sistema nazionale riconosciuto, ma praticamente tutte le Regioni hanno adottato il cosiddetto Protocollo I.T.A.C.A. che è un sistema di valutazione della sostenibilità energetico-ambientale (sia esterna che interna) degli edifici introdotto ed approvato nel 2004 dal Gruppo di Lavoro Interregionale in materia di Bioedilizia con lo scopo di formulare una serie di regole condivise a livello nazionale per la *definizione di progetti con caratteristiche di bioedilizia.*

Il Protocollo ITACA è basato sulla metodologia SBMethod sviluppata da iiSBE (International Iniziative for a Sustainable Buil Environment) nell'ambito del processo GBC (Green Building Challenge) ed è riconosciuto a livello internazionale dall'UNEP-SBI (United Nations Environment Programme-Sustainable Building&Construction Iniziative) e dalla SBA (Sustainable Building Alliance).
Il Metadistretto Veneto della Bioedilizia in condivisione con la Regione Veneto, a partire e, coerentemente al Protocollo ITACA, ha elaborato un sistema di valutazione delle prestazioni Energetico-Ambientali chiamato Biover 2, condiviso con la Regione Veneto che lo ha individuato come linea Guida Regionale per la L.R. 4/2007 e come elemento di valutazione per la concessione di incentivi a fronte della L.R. 14/2009, meglio conosciuta come "Piano Casa".

Il Protocollo ITACA, *che possiamo ritenere il sistema Italiano di verifica delle prestazioni energetico-ambientali*, permette dunque esprimere con un punteggio da -1 a +5 la sostenibilità ambientale di un edificio.

La valutazione avviene tramite schede organizzate in ambiti tematici: un primo gruppo riguarda la “qualità del sito”, il secondo il "consumo delle risorse" e contiene le schede di valutazione del contenimento di consumi energetici invernali ed estivi, della produzione di acqua calda sanitaria, dell'illuminazione naturale, della quantità di energia elettrica da fonti rinnovabili, dell'uso di materiali eco-compatibili, dei consumi di acqua potabile e del mantenimento delle prestazioni dell'involucro edilizio.
Il terzo gruppo verifica l'incidenza dei "carichi ambientali", analizzando, come fattori: l'emissione di gas serra, i rifiuti solidi e liquidi prodotti e la permeabilità delle aree esterne.
Il quarto gruppo analizza la “qualità ambientale indoor” attraverso una valutazione del comfort termico, visivo, acustico, della qualità dell’aria e dell’ambiente elettromagnetico.
Il quinto ed ultimo gruppo di schede analizza la “qualità del servizio” offerta dall’edificio, includendo il tema della domotica, della manutenzione e delle aree esterne attrezzate.
In base alla specifica prestazione, l'edificio per ogni criterio e sotto-criterio riceve un punteggio che può variare da -1 a +5. Lo zero rappresenta lo standard di paragone riferibile alla pratica costruttiva corrente, nel rispetto delle leggi o dei regolamenti vigenti.

Nello specifico, il Protocollo definisce *sette aree di valutazione* delle prestazioni di un edificio:

9. Qualità ambientale esterna (comfort ambientale, integrazione con il contesto)
10. Consumo delle risorse (consumo di energia, di materia e di acqua potabile, uso del terreno, impatto sulla qualità ecologica)
11. Carichi ambientali (contenimento delle emissioni di gas climalteranti e di rifiuti liquidi, gestione dei rifiuti solidi)
12. Qualità dell’ambiente interno (comfort visivo, acustico e termico, qualità dell’aria)
13. Qualità del servizio (manutenzione edilizia ed impiantistica, monitoraggio dei consumi, aree comuni di svago)
14. Qualità della gestione (disponibilità di documentazione tecnica dell’edificio, manuale d’uso per gli utenti, manutenzioni programmate, sicurezza dell’edificio)
15. Trasporti (integrazione con il trasporto pubblico, misure per favorire il trasporto alternativo, prossimità ai servizi locali).

Il Protocollo Itaca trova applicazione negli EDIFICI RESIDENZIALI, sia nel caso di NUOVA COSTRUZIONE che di RECUPERO.
Allo stato attuale della sua elaborazione (Protocollo 2009) non sono previsti elementi di valutazione specifici per l’*edilizia storica*.

Con l’idea di porre le basi per una futura e possibile modalità di valutazione delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici storici, si ritiene utile approfondire i 7 tematismi che individuano le “aree di valutazione” delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici, prendendo come riferimento teorico i contenuti delle “Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana” (2005)[23] si evidenziano di seguito le principali “strategie progettuali”.

LA QUALITÀ AMBIENTALE DEGLI SPAZI ESTERNI (AREA 1)
Gli interventi di edilizia sostenibile devono garantire la “qualità ambientale degli spazi esterni” all’edificio e a tale scopo il progetto deve prendere in considerazione due importanti aspetti:
il corretto rapporto tra l’edificio oggetto di intervento e lo spazio/ambiente che lo circonda;
il controllo di tutte le fonti di inquinamento esterno (atmosferico, elettromagnetico, acustico, del suolo, delle acque).

IL RISPARMIO DELLE RISORSE AMBIENTALI (AREA 2)
Quest’area di valutazione del livello di sostenibilità dell’intervento è rivolta ad evidenziare come il tema del risparmio delle risorse ambientali sia stato affrontato e possibilmente risolto nella progettazione dell’edificio o nella ristrutturazione di un edificio già esistente, con particolare attenzione ai seguenti tre aspetti:

[23] www.regione.toscana.it

uso consapevole delle risorse energetiche (riduzione dei consumi energetici)
uso consapevole dell'acqua
uso consapevole dei materiali.

IL CARICO AMBIENTALE (AREA 3)
Si definisce "carico ambientale" l'insieme delle pressioni esercitate dai fattori antropici presenti in un'area, sul complesso delle risorse ambientali (Fonte : ARPAT; ARPAV).
Controllare il carico ambientale vuol dire ridurre i consumi di risorse naturali e ridurre la produzione di rifiuti.
L'intervento di edilizia sostenibile deve garantire il controllo dell'"incidenza dei "carichi ambientali" prendendo in considerazione i seguenti fattori: l'emissione di gas serra, i rifiuti solidi e liquidi prodotti e la permeabilità delle aree esterne.

QUALITA' DELL'AMBIENTE INTERNO (AREA 4)
La Qualità dell'ambiente interno (IEQ, Indoor Environmental Quality) è la sintesi della qualità dei parametri che caratterizzano la qualità dell'ambiente interno quali l'illuminazione naturale, la temperatura, il rumore, la qualità dell'aria etc. (Wargocki et al., 2008).

LA QUALITÀ DEL SERVIZIO (AREA 5)
Questa importante are atematica della sostenibilità è finalizzata a individuare e valutare tutte quelle azioni/interventi che garantiscono un buon funzionamento dell'edificio affinchè esso possa durare nel tempo, diminuendo di fatto l'impatto generato sull'ambiente dai processi di degrado e conseguente necessità di riqualificazione del patrimonio edilizio.

LA QUALITÀ DELLA GESTIONE (AREA 6)
Vanno intraprese iniziative per informare gli utenti riguardo l'uso più appropriato delle proprie abitazioni, in modo di garantire la buona prestazione dei componenti e dei materiali e di massimizzare la prestazione ambientale dell'edificio.

LA MOBILITA' SOSTENIBILE (AREA 7)
Questa area della sostenibilità è finalizzata a porre l'attenzione sul tema della mobilità come fattore strategico per uno sviluppo urbano sostenibile.

5.3. Le aree tematiche della sostenibilità e gli interventi possibili sull'edificato storico

Come è stato precedentemente illustrato, ciascuna di queste aree di valutazione affronta ed esplicita un particolare aspetto del *costruire sostenibile*, raggruppando ed evidenziando un aspetto specifico delle problematiche di cui è necessario tener conto per progettare e costruire in modo salubre ed ambientalmente corretto e secondo l'accezione del costruire sostenibile prima descritta. E' evidente che la scelta delle aree di valutazione è una semplificazione delle complesse tematiche del settore ma è uno schema di riferimento di facile utilizzazione per garantire un'effettiva diffusione in tutte le realtà locali.

Ma quali risultati possono emergere nel caso in cui la valutazione delle tematiche ambientali (divise nelle sette aree) venga effettuata sugli interventi di manutenzione dell'edilizia storica?

Di seguito quindi si entrerà nel merito di ciascuna area di valutazione e si cercherà di specificare il significato di ciascuna area assume nel caso in cui l'oggetto di analisi/verifica sia un intervento di manutenzione/ restauro/recupero condotto su un contesto storico, facendo riferimento anche a situazioni esistenti o casi realizzati, in cui tali problematiche siano state più o meno consapevolmente affrontate.

5.3.1. La qualità ambientale degli spazi esterni (AREA 1)

La valutazione delle condizioni del sito nel caso di interventi sull'edilizia storica richiede alcune precisazioni:
quasi sempre l'edificio storico è inserito in un contesto – costruito e naturale – di valore storico/architettonico/paesaggistico e che comunque partecipa SEMPRE, in modo più o meno rilevante alla caratterizzazione stessa del manufatto storico; tale contesto si rivela spesso un elemento vulnerabile, quasi sempre a rischio di pesanti trasformazioni, molto più dell'edificio stesso. Il problema è evidente sia in ambito urbano, sia in ambito extra-urbano;

tale contesto a seconda del proprio grado di conservazione/trasformazione e vulnerabilità andrà tutelato, valorizzato o riqualificato.

Analizzando l'attuale normativa di settore, appare tuttavia evidente che la tutela del contesto storico (costruito e naturale) sia un tema afferente alla disciplina urbanistica e che spesso l'intervento alla scala edilizia si limiti al rispetto di tali disposizioni, senza entrare nel merito della valutazione della *qualità ambientale degli spazi esterni* dell'edificio su cui si interviene.
Una progettazione attenta alle tematiche ambientale dovrà pertanto individuare chiaramente il sito/contesto, procedere ad una sua accurata preliminare *conoscenza*, evidenziando da un lato i caratteri specifici e dall'altra le problematiche, rispetto ai quali il progetto fornirà delle precise indicazioni.
Nel caso di interventi nei Centri Storici, già molte Amministrazioni Comunali hanno predisposto accurati strumenti di conoscenza, che richiedono una progettazione rispettosa di una serie di parametri, quali: altezza e distanze tra gli edifici, uso del colore e di materiali di finitura simili o compatibili con quelli della tradizione locale, attenzione nell'inserimento di elementi di arredo urbano e cartellonistica pubblicitaria, precise prescrizioni nel rifacimento di manti stradali e pavimentazioni esterne. Un po' carente risulta ancora l'attenzione verso l'importanza del mantenimento o del ripristino degli spazi verdi e della vegetazione tipica di ogni luogo.

Più delicata appare la situazione in ambito extra-urbano, dove la logica dell'espansione edilizia ed infrastrutturale prevale sugli obiettivi di tutela e valorizzazione del patrimonio storico/ambientale, cosicchè, in molti contesti, specialmente del territorio veneto, l'edificato storico appare oggi confinato all'interno di esigui lotti di pertinenza completamente decontestualizzati.

A livello nazionale è intervenuto il Ministero per i beni e le attività culturali con l'introduzione del *vincolo indiretto*, disciplinato dagli artt. 45 sgg. del D.Lgs. 42/2004, con l'apposizione del quale è possibile prescrivere le distanze, le misure e le altre norme dirette ad evitare che sia messa in pericolo l'integrità di un bene specificamente individuato, ne sia danneggiata la prospettiva o la luce e ne siano alterate le condizioni di ambiente e di decoro.

A livello regionale, la nuova legge urbanistica (L.R. 11/2004) ha previsto che il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) individui le ville venete e i complessi e gli edifici di pregio architettonico, le relative pertinenze e i *contesti figurativi*, ovvero l'area di pertinenza e il territorio agrario di riferimento, all'interno del quale precise disposizioni devono salvaguardarne l'integrità.
La definizione di tale ambito di tutela prevede l'individuazione dei seguenti elementi[24]:
la delimitazione del territorio storico agrario circostante da salvaguardare
i coni visuali che individuano le vedute panoramiche ed i coni ottici privilegiati da conservare e valorizzare
gli elementi detrattori del paesaggio e le eventuali misure mitigatorie previste (quinte arboree, mascheramenti, crediti edilizi)
l'individuazione dei vincoli paesaggistici vigenti, delle destinazioni urbanistiche non agricole, di eventuali infrastrutture in progetto.

---

[24] Si segnala, in particolare, quanto previsto dal PTP della Provincia di Vicenza: "La normativa dei contesti figurativi ha valore di direttiva e stabilisce che nei contesti figurativi devono essere garantiti:

- la conservazione dei coni ottici privilegiati e delle vedute panoramiche dei beni anche mediante la creazione di quinte o di elementi mitigatori atti a valorizzare la visibilità d'assieme degli stessi;
- il mantenimento e la valorizzazione degli aspetti naturali del territorio storicoagrario circostante.
- All'interno dei contesti figurativi le norme di piano comunale dovranno:
- prevedere che gli interventi edilizi, soggetti a permesso di costruire, siano sottoposti al parere della Commissione Edilizia integrata dagli esperti in materia ambientale al fine del rilascio del titolo abilitante alla realizzazione delle opere
- disciplinare l'edificazione, (ove già prevista dagli strumenti di pianificazione comunale previgenti o adottati prima della data di adozione del PTCP), prevedendo per essa crediti edilizi e caratteristiche tipiche dell'edilizia rurale veneta, consentendo altezze massime fuori terra di 6 metri
- Per gli edifici esistenti compresi nei contesti figurativi i Comuni devono escludere gli interventi edilizi che possono compromettere il contesto figurativo stesso, quali ampliamenti laterali e sopraelevazioni.

I Comuni devono inoltre tutelare e salvaguardare, anche con elementi mitigatori, quali filari alberati, i limiti dei contesti figurativi dalla eventuale nuova edificazione e dagli interventi edilizi che deturpano le vedute delle Ville Venete" (www.vicenzanatura.org).

Per affrontare in modo più sistematico il problema, nell'ottica di garantire la *qualità ambientale degli spazi esterni*, l'edilizia sostenibile propone di valutare preliminarmente la qualità paesaggistica e la qualità architettonica di un contesto all'interno del quale si interviene per meglio individuare le scelte progettuali che mantengano o migliorino tale qualità insita nel luogo.
Tale valutazione può avvenire attraverso la compilazione di apposite schede, che analizzano ed eventualmente valutano lo stato dei luoghi, prima e dopo l'intervento, sia da un punto di vista paesaggistico, sia da un punto di vista del contesto architettonico.

Per le aree sottoposte a tutela paesaggistica, la Regione Veneto ha predisposto un modello di "Relazione paesaggistica"[25], che *rappresenta lo stato dei luoghi prima durante e dopo l'esecuzione dell'intervento e le caratteristiche progettuali, la compatibilità e la congruità del medesimo con i valori tutelati.*
In particolare, per l'individuazione e l'analisi del *contesto paesaggistico* vengono evidenziati i seguenti elementi di appartenenza:

sistemi naturalistici Biotopi Riserve Parchi naturali Boschi	SI NO ☐ ☐	SISTEMA
sistemi insediativi storici centri storici edifici storici diffusi	SI NO ☐ ☐	SISTEMA
paesaggi agrari assetti culturali tipici sistemi tipologici rurali *(cascine, masserie, baite, muretti a secco, siepi, filari, terrazzamenti etc.)*	SI NO ☐ ☐	SISTEMA
tessiture territoriali storiche *(centuriazione, viabilità storica, ecc)*	SI NO ☐ ☐	SISTEMA
sistemi tipologici a forte caratterizzazione *(delle ville, delle cascine, delle costruzioni in pietra a vista, in legno, a cromatismo prevalente, ecc.)*	SI NO ☐ ☐	SISTEMA
percorsi panoramici o ambiti di percezione da percorsi o punti panoramici;	SI NO ☐ ☐	SISTEMA
ambiti a forte valenza simbolica *(luoghi celebrativi, rappresentazioni pittoriche, attrattive turistiche)*	SI NO ☐ ☐	SISTEMA

[25] *DPCM 12.12.2005, DLgs 42/2004 art. 146 - La relazione paesaggistica rappresenta lo stato dei luoghi prima durante e dopo l'esecuzione dell'intervento e le caratteristiche progettuali, la compatibilità e la congruità del medesimo con i valori tutelati.*

Interessante appare anche la "Procedura di valutazione della sostenibilità energetico/ambientale delle strutture ricettivo-turistiche di recupero o da ristrutturazione all'interno delle Aree Protette e nei Parchi della Regione Lazio" (anno 2006).
Secondo tale procedura, "al fine del riconoscimento del titolo di *eco-albergo*", le prestazioni energetico-ambientali documentate devono essere precedute e devono avere una obbligatoria risposta positivamente valutata sulla:

- **qualità paesaggistica dell'intervento**
- **qualità architettonica dell'intervento**, intesa come *massima aderenza agli aspetti storico, formali, tipologici della tradizione insediativa locale, con particolare attenzione all'utilizzo di materiali appartenenti alla tradizione costruttiva locale*.

In modo analogo, ma ovviamente semplificato per non appesantire il già complesso iter progettuale, la nostra proposta è quella di estendere la valutazione della "qualità ambientale esterna" a tutti i progetti che intervengono sull'edificato storico, introducendo nella documentazione da predisporre e consegnare per l'ottenimento dei titoli abilitativi delle semplici *check-list di controllo*, che mettano in evidenza l'attenzione prestata a questa tematica e consentano eventualmente una valutazione del progetto/intervento da utilizzare come elemento di premialità.

5.3.2. Il risparmio delle risorse ambientali (AREA 2)

E' utile premettere che, nel caso dell'edilizia storica, l'obiettivo non è quello di conseguire un risparmio energetico misurabile attraverso i parametri di legge stabiliti per le nuove costruzioni (o ristrutturazioni integrali) ma potrebbe essere piuttosto quello di adottare delle soluzioni tecnico-progettuali che, valorizzando le potenzialità già insite nell'edificio e nel totale rispetto dei suoi caratteri peculiari, renda comunque possibile un **uso più consapevole e razionale delle risorse energetiche** necessarie per una fruizione contemporanea dell'edificio storico.

Riduzione del consumo di risorse energetiche

L'uso consapevole delle risorse energetiche comporta l'adozione di una serie di interventi progettuali, non tutte proponibili anche per l'edificato storico:

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Isolamento termico	Ridurre le dispersioni termiche	Isolamento termico delle pareti opache verticali (involucro), delle superfici vetrate, delle coperture	L'intervento è proponibile ed ammissibile in tutte le categorie tecnico-giuridiche d'intervento	L'intervento è proponibile in modo molto limitato, con particolari attenzioni e atraverso l'uso di materiali specifici
Sistemi solari passivi	Usufruire dell'irraggiamento naturale	Valorizzazione delle specificità dell'edificio esistente; introduzione di elementi tecnici speciali (muro di Trombe, Roof pond, serra solare)	Il primo intervento è sempre auspicabile, mentre il secondo è di difficile realizzazione ma proponibile per particolari tipologie costruttive	In linea di massima l'intervento non è proponibile, salvo i casi in cui la tipologia storica non includa già un elemento tipo "serra"
Produzione di acqua calda	Utilizzo dell'energia solare per la produzione di acqua calda	Installazione di impianti solari termici	L'intervento è proponibile ed ammissibile, in relazione ai caratteri dell'edificio e del contesto	L'intervento è proponibile ma da valutare con molta attenzione e *caso per caso*
Energia elettrica da fonti non rinnovabili e rinnovabili	Diminuire i consumi elettrici durante il funzionamento dell'edificio	Introduzione di dispositivi per il controllo e la riduzione dei consumi; adozioni di impianti più efficienti	L'intervento è sempre proponibile	L'intervento è sempre proponibile
	Produrre energia da fonti rinnovabili	Installazione di impianti fotovoltaici, geotermici, pompe di calore, etc.	L'intervento è proponibile ed ammissibile, in relazione ai caratteri dell'edificio e del contesto	L'intervento è proponibile ma da valutare con molta attenzione caso per caso ed in funzione del dispositivo scelto

L'**uso consapevole dell'acqua** implica una progettazione attenta ai seguenti fattori:

- controllo dell'utilizzo dell'acqua potabile
- corretta gestione delle acque meteoriche
- recupero delle acque grigie
- uso di sistemi naturali di depurazione.

Tra gli interventi attuabili di primaria importanza risulta il monitoraggio dei consumi.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Riduzione uso acqua potabile	Ridurre il consumo di acqua potabile	Adozione di adeguati strumenti tecnologici (miscelatori, interruttori automatici ecc.)	L'intervento è sempre proponibile	L'intervento è sempre proponibile
		Raccolta e recupero di acqua piovana o di acque grigie	L'intervento è proponibile ed ammissibile, in relazione ai caratteri dell'edificio e del contesto	L'intervento è proponibile ma da valutare con molta attenzione e *caso per caso*

Particolarmente importante ed interessante, nell'ambito del recupero dell'edilizia storica appare il tema dell'**uso consapevole dei materiali**.
Le soluzioni tecnico-progettuali suggerite per le nuove costruzioni appaiono pienamente rispondenti alle caratteristiche dell'edilizia storica e ai requisiti di un intervento che ne conservi e valorizzi i caratteri peculiari, infatti:

1) **recuperare e riutilizzare i materiali edili** - ovvero valorizzare i processi di riutilizzo degli elementi smontati, favorire l'impiego di materiali locali (raggio di provenienza 100 Km), ridurre i rifiuti da materiali da costruzione impiegando materiali e componenti materiali - è una prassi consueta nei cantieri di restauro, dove spesso si ricorre all'utilizzo di materiali "di recupero" provenienti da edifici dismessi;
2) **riciclare i materiali edili** - ovvero ridurre il consumo di materie prime, utilizzando materiali riciclabili e modalità di installazione che consentano demolizioni selettive, attraverso componenti e materiali facilmente separabili; ridurre i rifiuti da demolizione – è una prassi non ancora diffusa ma sicuramente proponibile nella realizzazione di sottofondi e massetti.

L'aspetto del ***riutilizzo di strutture esistenti*** è poi insito nell'attività stessa del restauro/recupero, la quale coniuga due importanti principi dello sviluppo sostenibile, ovvero la riduzione del consumo di territorio con la riduzione dell'uso di nuovi materiali da costruzione.
Questo obiettivo può perciò essere rafforzato da una consapevole pianificazione comunale che promuova il massimo ***riutilizzo di strutture esistenti***, ovvero disincentivando le demolizioni e gli sventramenti di fabbricati in presenza di strutture recuperabili.
Tale regola si applica ad interventi di ristrutturazione/risanamento conservativo di edifici, ed è riferito a materiali, strutture, impianti finiture privi di sostanze inquinanti. Andrà attentamente verificata la possibilità di interventi di recupero edilizio non distruttivi, che privilegino il consolidamento alla sostituzione e non alterino il comportamento statico del fabbricato, salvo la sostituzione di elementi/porzioni di strutture ammalorate con elementi di identico materiale.
A livello tecnico-progettuale i principali interventi consigliati per il massimo riutilizzo delle strutture esistenti sono:

- consolidamento di strutture verticali con tecniche di cuci-scuci, iniezioni con malte prive di sostanze inquinanti, riempimento di vani, tirantature;
- consolidamento strutture orizzontali/inclinate tramite ancoraggi metallici delle travi alle murature, realizzazione di caldane leggere ancorate alle murature;
- consolidamento volte attraverso risarcitura e ricostruzione muratura deteriorata, asporto riempimenti incoerenti e consolidamento con materiali analoghi;
- eliminazione spinte tetti tramite tirantature;
- consolidamento strutture in c.a. tramite creazione, spostamento irrobustimento di tamponature; inserimento di collegamenti tra le tamponature e la struttura, ridurre la presenza di elementi tozzi.

E' evidente che tali interventi sono pienamente ricompresi nella più tradizionale prassi del restauro/recupero.
Tutti i materiali usati per gli interventi dovranno essere compatibili con quelli originali, durevoli e privi di sostanze nocive. In presenza di materiali/strutture che possono emettere sostanze nocive è necessario inserire nel capitolato speciale gli accorgimenti per la loro rimozione e dismissione.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Recupero e riutilizzo dei materiali edili	Ridurre al minimo l'energia incorporata sia nei materiali che nei processi costruttivi; ridurre le quantità di materiali in uso	Utilizzo di materiali di recupero; utilizzo di materiali locali (raggio di provenienza max 100 Km)	Intervento sempre ammissibile	Intervento sempre proponibile ed ammissibile
Riciclabilità dei materiali edili	Ridurre il consumo di materie prime, utilizzando materiali riciclabili e modalità di installazione che consentano demolizioni selettive; ridurre i rifiuti da demolizione	Uso di materiali naturali, privi di sostanze nocive o agenti inquinanti, che comportino processi di trattamento scarsamente inquinanti, con basso consumo di energia	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Utilizzo di tecniche di costruzione che consentano la demolizione selettiva	Intervento sempre proponibile, in relazione alle priorità del recupero/restauro	Intervento sempre proponibile, in relazione alle caratteristiche di un cantiere di recupero/restauro
		Adozione di un piano di demolizione	Intervento sempre proponibile, qualora nell'intorno dell'edificio sia reperibile uno spazio adeguato per l'accatastamento dei materiali	Intervento sempre proponibile, qualora nell'intorno dell'edificio sia reperibile uno spazio adeguato per l'accatastamento dei materiali
Riutilizzo di strutture esistenti	Favorire il riutilizzo della maggior parte dei fabbricati esistenti	Interventi di recupero non distruttivi, che privilegino il consolidamento per aggiunta al posto della sostituzione	Intervento sempre proponibile ed ammissibile, in relazione alle caratteristiche del manufatto	Intervento pienamente rispondente alle finalità del restauro

5.3.3. Controllo del carico ambientale (AREA 3)

Anche nel caso dell'edilizia storica, il controllo della produzione dei "rifiuti liquidi" è un tema di estremo interesse, perché richiede una conoscenza approfondita delle modalità di approvvigionamento, sfruttamento e smaltimento della risorsa acqua, in tutte le sue forme, proprie dell'architettura del passato; tali modalità andrebbero salvaguardate e valorizzate, prevedendo ove possibile, un loro recupero anche funzionale.

<u>*Gestione acque meteoriche*</u>
L'**acqua piovana costituisce una risorsa** di importanza fondamentale.

Da sempre, nel corso del tempo, moltissimi popoli e culture differenti hanno fatto affidamento, per il proprio sostentamento e lo sviluppo delle comunità, sulle piogge, come testimoniato da numerosi reperti di antichi *sistemi di raccolta dell'acqua piovana*, che risentono molto delle caratteristiche peculiari di ogni luogo e che sono tanto più sviluppati e diffusi quanto più l'acqua è un bene scarso e perciò prezioso, come nelle zone carsiche.
Mentre nella Regione Friuli Venezia Giulia si ritrovano cisterne interrate con vera da pozzo per il prelievo, cisterne interrate con elemento di chiusura a livello terreno, serbatoi fuori terra, stagni; nel Salento, gli strumenti di approvvigionamento idrico sono stati costruiti utilizzando nel corso della storia le tecniche più svariate: *pozzelle*, cisterne, pozzi, gallerie sotterranee.

Il Veneto è una terra ricca di acqua e da sempre l'uomo ha interagito con essa, in tutte le sue forme. Sebbene ad oggi manchi uno studio sistematico che documenti e valorizzi i sistemi tradizionali di recupero delle acque in area veneta, sarebbe già sufficiente citare i numerosissimi esempi di vere da pozzo che si conservano nei contesti storici anche "minori". Ma l'attenzione posta dagli antichi costruttori al recupero delle acque piovane si rileva anche in ambiente extra-urbano, laddove il tema dell'acqua piovana si coniuga con l'uso delle risorse idriche naturali.

A titolo esemplificativo si cita un illustre esempio, ovvero la cinquecentesca Villa Barbaro di Maser (TV), progettata dall'architetto Andrea Palladio lungo un lieve declivio collinare.
Sul retro della villa è inserito un suggestivo "ninfeo" che oltre a definire la quinta architettonica e scenografica di chiusura dello spazio del giardino, in realtà assolve a due importanti funzioni:

- costituiva anche la struttura di raccolta e di difesa dalle acque che scendevano lungo il declivio posto alle spalle della fabbrica
- era fonte di approvvigionamento d'acqua per le cucine del complesso e successivamente per le vasche e peschiere che abbellivano il giardino posto a sud.

Inoltre, un complesso sistema di tubazioni permetteva all'acqua, sfruttando il cambio di livello, di defluire dal retro al fronte della villa e di acquisire la velocità e la pressione necessaria ad alimentare gli zampilli delle fontane.

Oggi, grazie alla presenza delle reti di acquedotto che consentono di disporre di acqua potabile in quantità illimitata con la semplice apertura del rubinetto di casa, si è meno orientati a considerare le piogge come una risorsa di valore. Piuttosto, oggi le acque piovane costituiscono spesso una fonte di disagio, a causa soprattutto dei problemi di allagamento che si verificano durante i sempre più forti e frequenti eventi meteorici.
Questo tema perciò, declinato sull'edificato storico, appare interessante sia come recupero di una tradizione orientata alla sostenibilità (sistemi di raccolta dell'acqua piovana), sia per risolvere un problema (quello del forte ed improvviso afflusso di acqua piovana) che riguarda anche i centri storici.

Negli interventi di recupero/restauro è molto frequente dover intervenire sulle copertura dell'edificio e conseguentemente sul sistema di raccolta delle acque piovane (grondaie e pluviali). Una progettazione tendente alla sostenibilità, perciò, dovrà verificare se sia possibile prevedere anche la *predisposizione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche, provenienti dal coperto degli edifici così come da spazi chiusi ed aperti*.
Il livello di prestazione per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente è da ritenersi uguale a quello delle nuove costruzioni ed è sufficiente garantire un uso compatibile esterno (se l'edificio dispone di aree pertinenziali esterne).
Nel caso in cui l'edificio oggetto d'intervento sia, ad esempio, un complesso inserito in un parco/giardino il recupero ed il riutilizzo delle acque piovane appare una soluzione possibile e consigliabile, per ridurre il consumo di acqua di rete finalizzata all'annaffiatura del verde esterno.

L'intervento è sicuramente proponibile e la sua fattibilità va valutata in relazione alle caratteristiche dell'edificio e del suo contesto.
Nel piccolo centro storico di Serravalle di Vittorio Veneto (TV), ad esempio, l'intervento di ristrutturazione di un edificio tardo-settecentesco che disponeva di un piccolo cortile interno ha previsto anche un *sistema di recupero delle acque piovane*, mediante l'interramento di una cisterna a ridosso del fronte ovest del fabbricato nel cortile di pertinenza (vedi Cap. 6 – "Analisi e valutazioni condotte su un edificio storico dell'Alta Marca Trevigiana").

Nel caso in cui, inoltre, l'intervento sia relativo non ad un singolo edificio ma ad un più ampio comparto urbano, l'acqua proveniente dalle coperture potrà essere convogliata in apposite conduttore sottostanti la rete stradale, all'uopo predisposte in occasione dei rifacimenti di pavimentazione o di infrastrutture a rete, comprensive delle relative reti di distribuzione e dei conseguenti punti di presa.

Recupero acque grigie
Rispetto al tema precedente, il recupero delle acque grigie comporta un processo più articolato che vede anche la necessità della depurazione delle acque da riutilizzare o in modo naturale (fitodepurazione) con bacini di raccolta al piede dell'edificio o in modo artificiale con appositi sistemi meccanizzati.
Quest'ultima tecnologia risulta tuttavia piuttosto complessa ed "invasiva", nel senso che per mettere in opera tale sistema è necessario addurre l'acqua delle docce, delle vasche, dei lavandini ecc., fino ad un apposito sistema di depurazione, e quindi ad un deposito di accumulo che può trovarsi nella parte inferiore dell'edificio (garage, cantina, ecc.).
Appare perciò proponibile solo nella ristrutturazione di complessi immobiliari di consistenti dimensioni dove può essere più facile individuare spazi di servizio per i macchinari necessari e dove una destinazione d'uso con un maggiore carico ambientale (ad es. alberghi, resort, ristoranti, case di riposo, etc.) può rendere il ricorso a tale tecnologia una scelta tendente alla sostenibilità.
La depurazione naturale, invece, può offrire interessanti spunti nei casi in cui, i complessi immobiliari siano collocati in ambienti esterni all'abitato urbano, spesso inseriti all'interno di parchi e/o giardini: qui infatti il s*istema di recupero delle acque grigie* può prendere la forma di un *biolago* o piscina naturale[26], "un corpo d'acqua impermeabilizzato verso il suolo e non disinfettato chimicamente destinato alla balneazione, in cui la depurazione delle acque è garantita mediante le varie componenti: microflora e microfauna (mineralizzazione e filtrazione); piante acquatiche (assorbimento di composti organici tossici, di sostanze nutritive, di metalli pesanti).

Permeabilità delle superfici
È definita superficie permeabile ogni superficie, sgombra da costruzioni sopra o sotto il suolo, in grado di garantire l'assorbimento delle acque meteoriche. Nelle aree di pertinenza delle costruzioni la superficie permeabile, nella misura minima prevista dalle norme vigenti in materia di prevenzione del rischio idraulico, è costituita dalla percentuale di terreno priva di pavimentazioni, attrezzata o mantenuta a prato e piantumata con arbusti e/o piante di alto fusto; possono farne parte anche le aree (ad esempio i vialetti pedonali ma non carrabili) purché inghiaiati o realizzati con materiali permeabili poggiati su sottofondo non cementizio.

Qualora applicato ad un contesto storico, il tema va affrontato coniugando tuttavia due importanti esigenze:
1) la riduzione dell'impatto ambientale delle superfici carrabili - calpestabili favorendo, ove possibile, l'inerbimento
2) la salvaguardia delle pavimentazioni esterne esistenti – nelle forme e nei materiali - insieme al ridisegno di quelle nuove nell'ottica della valorizzazione degli spazi esterni, di cui si è già detto.

Il tema tuttavia è oggetto di interessanti riflessioni e proposte progettuali, che trovano applicazione nel restauro e nella riqualificazione degli spazi pubblici dei centri storici.
A titolo esemplificativo, si citano due recenti interventi condotti all'interno del centro storico di Feltre (BL), nell'ambito di un programma di riqualificazione degli spazi esterni con il recupero di aree ad uso pubblico, prevalentemente pedonali:

[26] Per garantire l'ottimo funzionamento dell'intero sistema, la biopiscina è costituita da due parti ben definite: **la zona di "rigenerazione"** in cui trovano collocazione le piante acquatiche e la maggior parte della microflora e microfauna utile e la **la zona di "balneabile"** utilizzabile per il nuoto e le attività ricreative, che possono essere realizzate seguendo uno schema tradizionale di forma (rettangolare) o scegliendo l'estetica più diversa.

Feltre (BL), Piazza Maggiore – Nuova pavimentazione ai piedi delle Fontane Lombardesche

Feltre (BL), Percorso della Sentinella lungo le mura cittadine

5.3.4. Qualità ambientale interna (AREA 4)

In via generale è possibile affermare che le strategie progettuali tendenti ad ottenere la migliore "qualità ambientale interna" siano valide e proponibili per qualsiasi edificio, sia esso di nuova costruzione oppure già esistente. Tuttavia, nei due casi, il tema assume delle sfumature differenti.
Nel caso dell'edilizia storica, infatti, il perseguimento di tale obiettivo deve essere compatibile con quell'insieme di elementi e fattori che spesso connotano in modo peculiare gli "ambienti" interni di un edificio del passato.
L'ambiente interno di un edificio storico è infatti uno spazio ben definito, in cui il rapporto tra le superfici che lo racchiudono è percepibile come il felice risultato di una chiara volontà funzionale e/o simbolica: si pensi al significato che rivestono – presi singolarmente ma anche nel loro insieme figurativo - i solai lignei, le pavimentazioni, le decorazioni parietali, gli elementi di arredo fisso, i serramenti interni ed esterni, ma talora anche le sole proporzioni tridimensionali degli spazi ed il rapporto calibrato tra pieni e vuoti.

L'attuale concetto di *comfort* va cioè declinato tenendo conto che comunque si andrà a valutare la vivibilità di spazi progettati con intenzionalità molto diverse da quelle attuali, all'interno dei quali è indispensabile inserirsi in modo rispettoso, senza cioè stravolgere l'impianto ed i caratteri originari nel tentativo di renderli conformi alle moderne esigenze funzionali.

Comfort visivo dato dall'illuminazione naturale

Il tema dell'illuminazione naturale nell'edilizia storica si presenta articolato e complesso, a partire dal fatto che poco conosciamo sul principale elemento costruttivo in gioco, ovvero il serramento.
E' evidente tuttavia come forma, numero, dimensioni e disposizioni delle aperture su un edificio del passato siano strettamente legati ai fattori ambientali (clima, sole, vento, etc.) di ogni luogo. A ciò si aggiunge la "regola" della composizione architettonica di facciata che articola i fori finestra in base a tipologia edilizie ed epoca di costruzione.
Il tema del "riuso" dell'edilizia storica ha, tuttavia, da tempo messo in risalto le problematiche connesse con il tema dell'illuminazione naturale (e conseguentemente di quella artificiale), perché la logica del raggiungimento delle prestazioni di legge o dell'adeguamento a nuove necessità abitative (si veda ad esempio il recupero dei sottotetti) pone spesso il progettista di fronte a situazioni di non facile soluzione.

Nel caso dell'edilizia storica, il tema del comfort visivo va posto come attenzione alla qualità dell'illuminazione artificiale, sia in relazione allo spettro di frequenza del corpo irraggiante, sia in funzione della valorizzazione percettiva degli ambienti interni.

In generale, si può pertanto affermare che in un edificio storico il controllo dell'illuminazione naturale è un fattore su cui difficilmente è possibile intervenire, se non eventualmente ripristinando aperture nel tempo tamponate, solo qualora le finalità conservative lo ritengano opportuno/necessario. Spesso, inoltre, si verifica la possibilità di demolire superfetazioni o edifici incongrui, consentendo di migliorare l'apporto di luce naturale esterna.

Un nuovo elemento progettuale, proposto dall'edilizia sostenibile, ma ancora poco utilizzato, è quello dei *camini di luce*, grazie ai quali la luce diretta del sole, incanalata in un sistema di tubi e specchi, viene condotta negli ambienti interessati.
Il condotto verticale necessario può essere installato in percorsi già esistenti (ad esempio canne fumarie non più utilizzate) oppure posizionato all'esterno dell'edificio, qualora esistano prospetti secondari, affacciati su corti e/o cavedi.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Comfort visivo	Migliorare l'illuminazione naturale	Scelta della migliore disposizione dell'edificio	Intervento non proponibile. E' talora possibile la demolizione di volumi incongrui, se esistenti	Intervento non proponibile. E' talora possibile la demolizione di volumi incongrui, se esistenti
		Utilizzo di ampie superfici vetrate	Intervento non proponibile. E' talora possibile la riapertura di fori tamponati	Intervento non proponibile. E' talora possibile la riapertura di fori tamponati, se compatibile con le scelte del restauro
		Uso del colore interno	Intervento proponibile	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche degli ambienti interni
		Inserimento di camini di luce	Intervento proponibile, eventualmente anche all'esterno dell'edificio, lungo i fronti secondari	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche degli ambienti interni ed alla possibilità di far correre il condotto all'interno di cavedi esistenti
	Migliorare l'illuminazione artificiale	Uso di lampade con spettro di emissione simile a quello della luce naturale	Intervento sempre proponibile	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche degli ambienti interni

Comfort acustico
Il problema della riduzione della trasmissione negli ambienti interni del rumore, sia esso proveniente dall'esterno che propagato all'interno, è un fattore estraneo alle finalità del restauro/recupero ma attualizza l'intervento alle problematiche della società contemporanea.
Essendo tuttavia molto spesso difficile agire sulle fonti del rumore, il comfort acustico si può raggiungere solo mediante soluzioni tecnico-progettuali che *modificano* l'edificio preesistente aggiungendo qualcosa che prima non c'era (isolamento acustico) e come tale va proposto e valutato caso per caso sugli edifici storici.

In linea generale appare più difficile ridurre l'impatto del rumore esterno dato che non è possibile intervenire sul fattore posizionamento ed orientamento dell'edificio, mentre è talora possibile sfruttare l'*effetto schermante di ostacoli naturali ed artificiali* (rilievi del terreno, vegetazione), specie se il complesso su cui si interviene è all'esterno del centro abitato e sovente collocato lungo o in prossimità di arterie stradali, congestionate dall'odierno traffico veicolare. Altrettanto difficile da proporre risulta l'accortezza nella distribuzione degli ambienti interni, in quanto essa soggiace ad altri vincoli e priorità.
Da valutare, invece, a seconda delle caratteristiche dell'edificio storico, la possibilità di aggiungere all'involucro edilizio *materiali con elevato potere fonoassorbente, preferibilmente se naturali o provenienti da riciclo*.
L'intervento più efficiente rimane tuttavia quello sui serramenti (adozione di vetri stratificati o di vetrocamera con lastre di spessore differente e telai a bassa permeabilità all'aria), che è sempre proponibile, ma va accuratamente valutato sulle caratteristiche dell'edificio, alla luce delle nuove tecnologie e di un'accurata progettazione esecutiva di dettaglio.

Sempre utile e proponibile appare invece l'intervento di *isolamento acustico da calpestio* che si concretizza nella realizzazione di un controsoffitto, appeso o appoggiato.
L'applicazione di un controsoffitto sospeso in un intervento di correzione acustica di un ambiente comporta un duplice vantaggio: aumenta l'assorbimento acustico equivalente dell'ambiente ed aumenta il potere fonoisolante del solaio a cui è applicato. Per qualsiasi tipologia costruttiva (materiale poroso, pannello vibrante, risonatore) il controsoffitto, per garantire la maggior efficienza possibile, dovrà essere sospeso rispetto al solaio; a tale fine viene normalmente impiegata una struttura metallica ad orditura a maglia, ancorata mediante sistema di pendinaggio.

La riduzione della trasmissione del rumore tra unità abitative adiacenti può essere realizzata intervenendo, ove possibile e compatibilmente con l'assetto tipologico-distributivo dell'edificio storico, sulla *distribuzione degli ambienti interni*.
Ma è soprattutto l'adozione di soluzioni ad elevato potere fonoisolante che può risolvere in modo significativo il problema.
L'intervento di ristrutturazione di un edificio tardo-settecentesco nel centro storico di Serravalle di Vittorio Veneto (vedi Cap. 6 – "Analisi e valutazioni condotte su un edificio storico dell'Alta Marca Trevigiana"), in seguito al quale sono state ricavate nuove unità abitative, ha previsto la realizzazione di blocchi cucina-bagno, considerati ambienti rumorosi; questi sono stati addossati alla parete nord dell'edificio e sulle loro pareti è stato interposto un isolante termoacustico tipo "Ondapan" (vedi Cap. 6).

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Comfort acustico	Ridurre il rumore aereo esterno	Inserimento di ostacoli naturali ed artificiali (rilievi del terreno, vegetazione) per sfruttarne l'effetto schermante	L'intervento è proponibile ed ammissibile, specie in contesti esterni al centro abitato ed in prossimità di tracciati stradali	L'intervento è proponibile ed ammissibile, specie in contesti esterni al centro abitato ed in prossimità di tracciati stradali
		Distribuzione degli ambienti interni in relazione alle fonti di rumore	Intervento proponibile	Intervento proponibile, ma di difficile realizzazione
		Aggiunta all'involucro edilizio di materiali con elevato potere fonoassorbente	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche costruttive dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche costruttive dell'edificio
		Utilizzo di serramenti con vetri stratificati o con vetrocamera a lastre di spessore differente e telai a bassa permeabilità all'aria	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, se accompagnato da un'accurata progettazione esecutiva di dettaglio; da valutare in relazione alle caratteristiche costruttive dell'edificio
	Ridurre la propagazione del rumore interno	Controllo della distribuzione degli ambienti interni	Intervento proponibile, se compatibile con l'assetto tipologico-distributivo dell'edificio	Intervento proponibile, se compatibile con l'assetto tipologico-distributivo dell'edificio
		Inserimento di materiali ad elevato potere fonoisolante sulle tramezze interne	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio
		Inserimento di controsoffitti appesi	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio

Comfort termico
Inerzia termica delle pareti
L'obiettivo è quello di mantenere condizioni di comfort termico negli ambienti interni nel periodo estivo, evitando il surriscaldamento degli ambienti. La principale strategia progettuale è quella che prevede l'impiego di murature "pesanti" di involucro, con una elevata capacità termica e una bassa conduttività termica.
Da questo punto di vista, gli edifici storici, spesso caratterizzati da paramenti murari di notevole spessore, rispondono bene a questo requisito, come già ampiamente illustrato nel Cap. 1 – "Criteri di sostenibilità degli edifici ed edificato storico", a cui si fa riferimento.

Comfort termico
Controllo della temperatura dell'aria e delle pareti interne
Le principali strategie di ottimizzazione progettuale che si possono adottare sugli edifici di nuova costruzione per mantenere le condizioni di benessere sia estive che invernali possono essere attentamente riproposte anche negli interventi sull'edificato storico, con alcune necessarie limitazioni.
In linea generale si può affermare che:

a) trovano una **applicabilità relativa** e sono quindi da valutare caso per caso, in funzione del grado di tutela dell'edificio, gli interventi che prevedono l'**isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente** e/o l'adozione di pareti ad elevata inerzia termica, tenendo anche conto del fatto che l'isolamento attuabile non potrà comunque raggiungere spessori elevati, l'utilizzo di materiali innovativi di esiguo spessore e di alto potere isolante, così come l'utilizzo di termo intonaci, può aiutare a soddisfare il requisito;
b) sono **sempre proponibili ed ammissibili** tutti quegli interventi che agiscono maggiormente sulla **componente impiantistica**, con una crescente invasività sull'edificio storico: impiego di cronotermostati ambiente, impiego di valvole termostatiche, sezionamento dell'impianto di riscaldamento/condizionamento con recupero delle risorse nel circuito dell'impianto, elevata efficienza dell'impianto di riscaldamento e/o di climatizzazione con sistemi di telecontrollo, impiego di impianti di tipo radiante, impiego di sistemi integrati di domotica (vedi Cap. 2).

Un esempio significativo appare il sistema impianto-edificio proposto nel "Progetto di ristrutturazione dell'edificio Ex Monte dei Pegni" a Serravalle di Vittorio Veneto (TV), nell'ambito del Programma "Contratti di Quartiere II", dove è stato previsto l'inserimento di un impianto a pannelli radianti a pavimento e a soffitto, con l'utilizzo di una controsoffittatura appesa alle travi di solaio ma staccata dalle pareti perimetrali per la presenza di lacerti di affresco policromo da salvaguardare e rendere leggibili.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Comfort termico	Aumentare l'inerzia termica delle pareti	Impiego di murature "pesanti" di involucro, con una elevata capacità termica e una bassa conduttività termica	L'intervento può rivelarsi inutile	L'intervento può rivelarsi inutile
	Controllo della temperatura dell'aria e delle pareti interne	Isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio
		Impiego di cronotermostati ambiente e/o di valvole termostatiche	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Sezionamento dell'impianto di riscaldamento e condizionamento con recupero delle risorse nel circuito dell'impianto	Intervento sempre proponibile	Intervento da valutare in funzione delle caratteristiche dell'edificio
		Impiego di impianti ad elevata efficienza con sistemi di telecontrollo	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Impiego di impianti di tipo radiante	Intervento sempre proponibile in relazione alle caratteristiche dell'edificio (possibilità di intervenire sulle superfici ospitanti l'impianto)	Intervento sempre proponibile, ma in relazione alle caratteristiche dell'edificio (possibilità di intervenire sulle superfici ospitanti l'impianto)
		Impiego di sistemi integrati di domotica	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile

Qualità dell'aria
Controllo dell'umidità delle pareti
Il controllo dell'umidità interna delle pareti al fine di evitare fenomeni di condensa e muffe è uno dei fattori che maggiormente interessa gli interventi di recupero dell'edilizia storica, in quanto spesso tali edifici sono già in partenza affetti da problematiche connesse con la presenza di umidità.
Nel caso di interventi sull'edilizia esistente, una volta verificato in sede progettuale il comportamento termoigrometrico della parete, non è poi sempre possibile intervenire, riproponendo la sequenza di materiali consigliata per le nuove costruzioni (vedi par. 4.2).

In linea generale, gli interventi proponibili su un edificio storico da valutare in relazione alle sue caratteristiche costruttive (struttura e finiture) possono essere:
- rimozione delle cause (se umidità da risalita)
- controllo della ventilazione naturale
- introduzione di camini di ventilazione (utilizzando condotti già esistenti)
- apposizione di intonaco deumidificante
- apposizione di intonaco termoisolante.

Qualità dell'aria
Controllo degli agenti inquinanti
Anche per l'edilizia storica questo fattore può avere un peso rilevante, trattandosi di manufatti che spesso manifestano un degrado più o meno evidente, sia nelle parti strutturali che negli elementi di finitura; tuttavia la normativa di riferimento è quella già illustrata per le nuove costruzioni (si veda il Cap.
In linea generale, oltre alla rimozione delle cause, l'intervento più importante è quello legato al controllo ed al miglioramento della ventilazione degli ambienti interni.
Nel caso di edifici storici, inoltre, la qualità dell'aria può essere compromessa dall'uso di alcuni prodotti chimici utilizzati negli interventi di restauro/recupero, che presentano elevati gradi di tossicità (additivi, vernici, collanti, etc.).

Ventilazione naturale mediante adeguati sistemi di ricambio d'aria
Anche nel caso di interventi sull'edilizia esistente, il controllo della qualità dell'aria interna attraverso l'aerazione naturale degli ambienti è un fattore da considerare attentamente.
Esso tuttavia incide prevalentemente sulle caratteristiche prestazionali dei *serramenti*, che in un edificio storico spesso possono essere significativi elementi della tradizione costruttiva locale, da conservare o recuperare, mantenendone inalterati forma e materiali.
Un'accurata progettazione di dettaglio, unita alla capacità di maestranze specializzate, tuttavia possono modificare un serramento di recupero, senza ricorrere alla sua radicale ed incontrollata sostituzione.
Qualora sia possibile intervenire sui serramenti, le strategie progettuali prevedono:
- adozione di serramenti apribili e con infissi a bassa permeabilità all'aria ma tali da garantire adeguati ricambi d'aria di infiltrazione per evitare problemi di condensa superficiale;
- adozione di bocchette o di griglie di ventilazione regolabili inseriti nel serramento;
- approfondimento del funzionamento bioclimatico dell'edificio e dei suoi dispositivi di controllo della ventilazione naturale (condotti, griglie, bocchette, camini, etc.).

Efficace ma piuttosto invasiva risulta invece l'adozione di impianti a ventilazione meccanica controllata (VMC), da prendere in considerazione per gli interventi più complessi o per edifici che presentino particolari problematiche connesse con la ventilazione degli ambienti.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Qualità dell'aria	Controllo dell'umidità delle pareti	rimozione delle cause (se umidità da risalita)	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		controllo della ventilazione naturale	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		introduzione di camini di ventilazione (utilizzando condotti già esistenti)	Intervento sempre proponibile, in funzione delle caratteristiche dell'edificiio	Intervento sempre proponibile in funzione delle caratteristiche dell'edificiio,
		apposizione di intonaco deumidificante e/o termoisolante	Intervento sempre proponibile, in funzione delle caratteristiche dell'edificiio	Intervento sempre proponibile, in funzione delle caratteristiche dell'edificio
	Miglioramento della ventilazione	Studio del funzionamento bioclimatico dell'edificio con ripristino degli elementi di ventilazione eventualmente non utilizzati	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Adozione di serramenti apribili e con infissi a bassa permeabilità all'aria	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Adozione di bocchette o di griglie di ventilazione regolabili inseriti nel serramento	Intervento sempre proponibile, ma da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio	Intervento sempre proponibile, ma da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio
		Adozione di impianti a ventilazione meccanica controllata (VMC)	Intervento sempre proponibile, ma piuttosto invasivo; da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio	Intervento sempre proponibile, ma piuttosto invasivo; da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio

5.3.5. La qualità del servizio (AREA 5)

La durata nel tempo del sistema edificio è condizionata dalla longevità dei suoi componenti.
E, come ci dimostra il vasto patrimonio architettonico esistente, l'edilizia del passato era pensata e costruita per durare nel tempo. La scelta dei materiali e delle soluzioni costruttive, fatta prioritariamente in funzione delle caratteristiche ambientali di ogni luogo, garantiva agli edifici durabilità e possibilità di costanti e "facili" manutenzioni.

Oggi tuttavia l'edilizia storica può presentarsi non adeguatamente preparata se non addirittura indifesa nei confronti delle mutate caratteristiche ambientali esterne (inquinamento outdoor), che provocano veloci e pesanti fenomeni di degrado principalmente sugli elementi esterni di finitura: intonaci, apparati decorativi, manti di copertura, infissi.

Negli interventi di restauro/recupero, al fine di mantenere alta la durabilità dell'edificio e delle sue parti, andranno pertanto coniugate due azioni:

- da un lato mantenere ed eventualmente ripristinare tutti i sistemi di protezione che l'edificio storico aveva insito nelle proprie caratteristiche costruttive (si pensi, ad esempio, ai sistemi di raccolta e smaltimento delle acque per evitare i problemi di infiltrazione e i processi di degrado ad essa conseguenti; alla forma e alle proporzioni di sporti e cornicioni di gronda; alla presenza di sottotetti che fungevano da camere di ventilazione, etc.);
- dall'altro, introdurre in fase di restauro/recupero, materiali e tecnologie innovative, compatibili con la fabbrica antica, che possano proteggerla dalle nuove forme di aggressione esterna, come ad esempio l'uso dell'intonaco a base di biossido di titanio (TiO2) in grado di "mangiare" l'inquinamento.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Qualità del servizio	Utilizzare tecnologie e materiali durevoli nel tempo	Ripristino di materiali e tecnologie della tradizione costruttiva locale	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
	Utilizzare tecnologie e materiali che consentano una facile manutenzione	Utilizzo di materiali e tecnologie innovative	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile, in relazione alle caratteristiche dell'edificio

5.3.6. La qualità della gestione (AREA 6)

La *manutenzione dell'edilizia storica* è una delle tematiche più discusse nell'ambito disciplinare sia del recupero che del restauro, come dimostra l'ampia ed articolata pubblicistica reperibile sull'argomento, che risente significativamente degli apporti regionali delle diverse "scuole di restauro".
Ciononostante la manutenzione non ha ancora acquisito quel carattere di continuità e regolarità che è alla base della sua efficacia.
Porla perciò come attività fondamentale per garantire un approccio sostenibile agli interventi sul costruito va a rafforzare la sua importanza ai fini della conservazione del bene stesso.

Nel caso di edifici storici, il *Manuale di manutenzione* (o la *Documentazione tecnica dell'edificio*) potrà caratterizzarsi per una più approfondita conoscenza dell'edificio stesso e potrà perciò comprendere:

- il rilievo geometrico (architettonico e strutturale)
- il rilievo di tutti gli impianti, comprese le opere di allaccio alle reti pubbliche e gli eventuali sistemi di sicurezza
- una relazione sullo stato di conservazione e consistenza dell'involucro, delle finiture principali e delle strutture;
- l'elenco dei principali lavori di riordino, manutenzione, ristrutturazione eseguiti.

La stesura di un *Programma delle manutenzioni* si relaziona con la verifica di vulnerabilità delle parti/elementi dell'edificio, nonché delle eventuali condizioni di usura determinati da particolari usi. In particolare è necessaria una relazione sullo stato di conservazione dell'immobile, sui livelli prestazionali da conservare in relazione al ciclo di vita degli elementi, sulle modalità di ispezione periodica. La registrazione delle caratteristiche, età e data dell'ultima manutenzione di ogni elemento costituente la costruzione permette di ottimizzarne la manutenzione dal punto di vista dell'efficienza economica e ambientale.

Una ottimale strategia finalizzata al corretto mantenimento dell'edificio dovrebbe comprendere le seguenti azioni:

- redigere il manuale per la manutenzione
- tenere aggiornato il registro degli interventi di manutenzione
- prevedere l'articolazione dei controlli periodici sulle parti, sui sistemi e sui componenti dell'edificio
- evidenziare le possibili criticità e i principali problemi che potrebbero verificarsi nel tempo
- indicare le modalità di esecuzione degli interventi di manutenzione in relazione ai materiali impiegati, alle caratteristiche tecniche, strutturali e impiantistiche dell'immobile
- indicare i tempi previsti per gli eventuali interventi manutentivi, relazionandoli con le ispezioni e le verifiche prestazionali periodiche.

IMPUT DI PROGETTO	Obiettivo	Interventi	Edificio storico	Edificio storico vincolato o simile
Qualità della gestione	Attuare una costante manutenzione edilizia e degli impianti	Predisporre un *Manuale di manutenzione dell'edificio*	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Predisporre un *Manuale d'uso degli impianti*	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Predisporre un *programma delle manutenzioni*	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile

5.3.7. Interventi che interessano il paramento murario dell'edificio antico

Sia per il controllo dell'umidità dell'aria e delle pareti (AREA 4), come già per la riduzione dei consumi di risorse energetiche (AREA 2), le strategie progettuali propongono interventi che incidono sui materiali di cui si compongono gli elementi dell'edificio (pareti, solai, copertura), che nel caso di un recupero/restauro si traduce in una *modifica dell'esistente*, mediante l'aggiunta di nuovi materiali. Tale azione, trattandosi di un edificio storico, è da valutare caso per caso in relazione alle caratteristiche dell'edificio stesso.
E' tuttavia ipotizzabile a grandi linee una scala di graduale incisività dell'intervento, che va da un grado massimo (= 3) in cui è proponibile l'*aggiunta* di nuovi materiali, ad un grado minimo (= 0) in cui non è accettabile alcun intervento che modifichi/trasformi l'originario sistema costruttivo dell'edificio.
Si propone di seguito una tabella di riepilogo, in cui vengono evidenziate le strategie progettuali proponibili per raggiungere alcuni obiettivi di sostenibilità in relazione alle caratteristiche del paramento murario dell'edificio, sul quale è possibile intervenire sia dall'esterno (involucro esterno) che dall'interno (superfici degli ambienti interni):

		Criteri dell'edilizia sostenibile	
		AREA 2	AREA 4
EDIFICIO STORICO		Riduzione consumo risorse	Qualità dell'aria
		STRATEGIE PROGETTUALI	
Parti del paramento murario su cui è possibile intervenire		*Isolamento termico*	*Controllo umidità aria e pareti*
3	possibilità di intervenire su entrambe le superfici	Isolamento a "cappotto", termo intonaco, contropareti interne, pannelli isolanti	Diffusore al vapore
2	possibilità di intervenire solo sulla parete esterna	Isolamento a "cappotto", termointonaco	Intonaco o termointonaco
1	possibilità di intervenire solo sulla superficie interna	Contropareti interne, pannelli isolanti, termointonaco	Diffusore al vapore, intonaco deumidificante e/o termoisolante
0	impossibilità di intervenire sia sulla superficie interna che su quella esterna		ventilazione naturale e/o meccanica

5.4. Recupero e sostenibilità: matrici di confronto e correlazioni

Gli interventi sull'edilizia storica sono disciplinati essenzialmente a due riferimenti legislativi statali:

- il D.Lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio) nel caso di edifici dichiarati di notevole interesse culturale
- il DPR 380/2001 (Testo Unico in materia di edilizia) in tutti gli altri casi.

Come noto, la normativa nazionale sui "beni culturali" pone come priorità assoluta la tutela del patrimonio architettonico e secondariamente la sua valorizzazione, per cui le indicazioni contenute nel testo di legge sono finalizzate:
innanzitutto a *proteggere* i beni culturali attraverso una **limitazione** ed un **controllo diretto** degli interventi possibili *(Misure di protezione)*[27]
secondariamente a *conservare* i beni culturali, mediante "una coerente, coordinata e programmata attività di **studio**, **prevenzione**, **manutenzione** e **restauro**" (*Misure di conserv*azione).

La normativa statale in materia di attività edilizia individua, invece, alcune categorie tecnico-giuridiche di intervento sull'edificato esistente, che prevedono un livello gradualmente crescente di trasformazione/sostituzione/innovazione delle parti dell'edificio: manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia che rende possibile anche la demolizione e ricostruzione dell'edificio pre-esistente riproponendone la medesima volumetria.
L'individuazione della categoria d'intervento dipende da due fattori tra loro interrelati: il grado di conservazione/trasformazione dell'edificio ed il suo stato di degrado.

---

[27] Le *Misure di protezione dei beni culturali* individuano: gli "Interventi vietati" e gli "Interventi soggetti ad autorizzazione" da parte della Soprintendenza territorialmente competente.

Questa relazione non è stabilita dalla legge, ma ciascuna Amministrazione Comunale, sulla base di un'accurata analisi del proprio edificato storico, stabilisce le categorie di intervento ammissibili per ogni edificio, a cui viene attribuito un "grado di protezione".

All'interno di ciascuna categoria tecnico-giuridica definita dalla legge è poi riconducibile una serie di interventi-tipo - a carattere edilizio, strutturale ed impiantistico - che viene individuata nello specifico da ogni Amministrazione Comunale nell'ambito del proprio territorio.
Come riferimento non esaustivo, ma sicuramente indicativo, può essere utilizzato l'elenco contenuto nella Circolare n. 57/E del 24 febbraio 1998[28] (detrazioni per le spese di ristrutturazione edilizia).

Scorrendo tale elenco e considerando che ogni categoria tecnico-giuridica ricomprende la precedente, è possibile evidenziare **quale rapporto è attualmente possibile stabilire tra gli interventi edilizi attuati sull'edificato storico e le aree tematiche della sostenibilità**.

Ad esempio, l'intervento *di Riparazione di impianti per servizi accessori (impianto idraulico, impianto per lo smaltimento delle acque bianche e nere)*, ricompreso nella categoria di intervento della *manutenzione ordinaria*, da un punto di vista della sostenibilità, potrebbe avere una ricaduta positiva:

- sull'area tematica 2 – CONSUMO DI RISORSE, nel caso in cui vengano adottate misure per un uso consapevole della risorsa idrica
- sull'area tematica 3 – CARICHI AMBIENTALI, caso in cui vengano adottate misure per ridurre lo smaltimento dei reflui, provvedendo, ove possibile, ad un loro recupero.

[28] Articoli 1, commi 1, 2, 3, 6 e 7, e 13, comma 3, della legge 27 dicembre 1997, n. 449 - Interventi di recupero del patrimonio edilizio e di ripristino delle unità immobiliari dichiarate o considerate inagibili in seguito agli eventi sismici verificatisi nelle regioni Emilia-Romagna e Calabria.

SCHEMA DELLE RELAZIONI POSSIBILI TRA GLI INTERVENTI FINALIZZATI AL RECUPERO DELL'EDIFICATO STORICO E IL MIGLIORAMENTO DELLE SUE PRESTAZIONI ENERGETICO-AMBIENTALI SECONDO I CRITERI DELLA SOSTENIBILITA'

INTERVENTI RICOMPRESI NELLE CATEGORIE TECNICO-GIURIDICHE DELLA LEGGE 457/78 (tratti dalla Circolare Ministeriale 57/E del 24 febbraio 1998)	AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'																							
	1			2			3			4				5		6			7	
	Qualità ambientale esterna			Consumo di risorse			Carichi ambientali			Qualità ambientale interna				Qualità del servizio		Qualità della gestione			Mobilità	
	comfort percettivo-visivo	integrazione con il contesto	controllo fonti di inquinamento	risorse energetiche	acqua	materiali	recupero acque meteoriche	recupero acque reflue	permeabilità dei suoli	Comfort visivo	Comfort acustico	Comfort termico	Qualità dell'aria	Involucro	Impianti	Manuale di manutenzione	Manuale d'uso	Programma delle manutenzioni	Trasporto pubblico	Trasporto alternativo
INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA																				
Riparazione di impianti per servizi accessori (impianto idraulico, impianto per lo smaltimento acque bianche e nere)																				
Riparazioni balconi e terrazze e relative pavimentazioni																				
Riparazione recinzioni																				
Rifacimento di rivestimenti e tinteggiature di prospetti esterni senza modifiche dei preesistenti oggetti, ornamenti, materiali e colori																				
Rifacimento intonaci interni e tinteggiatura																				
Rifacimento pavimentazioni esterne e manti di copertura senza modifiche ai materiali																				
Sostituzione integrale o parziale di pavimenti interni e le relative opere di finitura e conservazione																				
Sostituzione tegole e altre parti accessorie per smaltimento delle acque, rinnovo delle impermeabilizzazioni																				
Sostituzione di elementi di impianti tecnologici																				
Sostituzione infissi esterni e serramenti o persiane con serrande, senza modifica della tipologia di infisso																				

INTERVENTI RICOMPRESI NELLE CATEGORIE TECNICO-GIURIDICHE DELLA LEGGE 457/78 (tratti dalla Circolare Ministeriale 57/E del 24 febbraio 1998)	AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'																				
	1			2			3			4				5		6			7	
	Qualità ambientale esterna			Consumo di risorse			Carichi ambientali			Qualità ambientale interna				Qualità del servizio		Qualità della gestione			Mobilità	
	comfort percettivo-visivo	integrazione con il contesto	controllo fonti di inquinamento	risorse energetiche	acqua	materiali	recupero acque meteoriche	recupero acque reflue	permeabilità dei suoli	Comfort visivo	Comfort acustico	Comfort termico	Qualità dell'aria	Involucro	Impianti	Manuale di manutenzione	Manuale d'uso	Programma delle manutenzioni	Trasporto pubblico	Trasporto alternativo
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA																				
Sostituzione infissi esterni e serramenti o persiane con serrande, *con modifica di materiale o tipologia di infisso*																				
Realizzazione ed adeguamento di opere accessorie e pertinenziali che non comportino aumento di volumi o di superfici utili, realizzazione di volumi tecnici, quali centrali termiche, impianti di ascensori, scale di sicurezza, canne fumarie																				
Realizzazione ed integrazione di servizi igienico-sanitari senza alterazione dei volumi e delle superfici																				
Realizzazione di chiusure o aperture interne che non modifichino lo schema distributivo delle unità immobiliari e dell'edificio																				
Consolidamento delle strutture di fondazione e in elevazione																				
Rifacimento vespai e scannafossi																				
Sostituzione di solai interpiano senza modifica delle quote d'imposta																				
Rifacimento di scale e rampe																				
Realizzazione di recinzioni, muri di cinta e cancellate																				
Sostituzione solai di copertura con materiali diversi dai preesistenti																				
Sostituzione tramezzi interni, senza alterazione della tipologia dell'unità immobiliare																				
Realizzazione di elementi di sostegno di singole parti strutturali																				
Realizzazione di interventi finalizzati al risparmio energetico																				

INTERVENTI RICOMPRESI NELLE CATEGORIE TECNICO-GIURIDICHE DELLA LEGGE 457/78 (tratti dalla Circolare Ministeriale 57/E del 24 febbraio 1998)	AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'																					
	1			2			3			4				5		6			7	
	Qualità ambientale esterna			Consumo di risorse			arichi ambientali			Qualità ambientale interna				Qualità del servizio		Qualità della gestione			Mobilità	
	comfort percettivo-visivo	integrazione con il contesto	controllo fonti di inquinamento	risorse energetiche	acqua	materiali	recupero acque meteoriche	recupero acque reflue	permeabilità dei suoli	Comfort visivo	Comfort acustico	Comfort termico	Qualità dell'aria	Involucro	Impianti	Manuale di manutenzione	Manuale d'uso	Programma delle manutenzioni	Trasporto pubblico	Trasporto alternativo
INTERVENTI DI RESTAURO CONSERVATIVO																				
Modifiche tipologiche delle singole unità immobiliari per una più funzionale distribuzione																				
Innovazione delle strutture verticali e orizzontali																				
Ripristino dell'aspetto storico-architettonico di un edificio, anche tramite la demolizione di superfetazioni																				
Adeguamento delle altezze dei solai, con il rispetto delle volumetrie esistenti																				
Apertura di finestre per esigenze di aerazione dei locali																				
INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA																				
Riorganizzazione distributiva degli edifici e delle unità immobiliari, del loro numero e delle loro dimensioni																				
Realizzazione dei servizi igienici in ampliamento delle superfici e dei volumi esistenti																				
Mutamento di destinazione d'uso di edifici, secondo quanto disciplinato dalle leggi regionali e dalla normativa locale																				
Trasformazione dei locali accessori in locali residenziali																				
Modifiche agli elementi strutturali, con variazione delle quote d'imposta dei solai																				
Interventi di ampliamento delle superfici utili																				

Di seguito, si propone una matrice riepilogativa, in cui si evidenzia su quali aree della sostenibilità interagiscono gli interventi di recupero realizzati secondo la normativa attualmente vigente:

CATEGORIE DI INTERVENTO NEL RECUPERO DELL’EDILIZIA STORICA	AREE TEMATICHE SOSTENIBILITA’						
INTERVENTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
sostituzione integrale o parziale di pavimenti e relative opere di finitura e conservazione		x		x			
riparazione di impianti per servizi accessori (impianto idraulico, impianto per lo smaltimento delle acque bianche e nere)		x	x		x		
rivestimenti e tinteggiature di prospetti esterni senza modifiche dei preesistenti oggetti, ornamenti, materiali e colori	x			x	x		
rifacimento intonaci interni e tinteggiatura		x		x			
rifacimento pavimentazioni esterne e manti di copertura senza modifiche ai materiali	x		x				
sostituzione tegole e altre parti accessorie deteriorate per smaltimento delle acque, rinnovo delle impermeabilizzazioni	x	x	x	x	x		
riparazioni balconi e terrazze e relative pavimentazioni	x						
riparazione recinzioni	x						
sostituzione di elementi di impianti tecnologici	x	x	x	x	x		
sostituzione infissi esterni e serramenti o persiane con serrande, senza modifica della tipologia di infisso	x	x		x	x		
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
sostituzione infissi esterni e serramenti o persiane con serrande, con modifica di materiale o tipologia di infisso	x	x		x	x		
realizzazione ed adeguamento di opere accessorie e pertinenziali che non comportino aumento di volumi o di superfici utili, realizzazione di volumi tecnici, quali centrali termiche, impianti di ascensori, scale di sicurezza, canne fumarie	x	x		x	x		
realizzazione ed integrazione di servizi igienico-sanitari senza alterazione dei volumi e delle superfici		x	x		x		
realizzazione di chiusure o aperture interne che non modifichino lo schema distributivo delle unità immobiliari e dell’edificio				x			
consolidamento delle strutture di fondazione e in elevazione				x			
rifacimento vespai e scannafossi		x		x	x		
sostituzione di solai interpiano senza modifica delle quote d’imposta		x		x	x		
rifacimento di scale e rampe		x					
realizzazione di recinzioni, muri di cinta e cancellate	x						
sostituzione solai di copertura con materiali diversi dai preesistenti		x		x	x		
sostituzione tramezzi interni, senza alterazione della tipologia dell’unità immobiliare				x			
realizzazione di elementi di sostegno di singole parti strutturali							
interventi finalizzati al risparmio energetico	x	x		x	x		
INTERVENTI DI RESTAURO CONSERVATIVO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
modifiche tipologiche delle singole unità immobiliari per una più funzionale distribuzione		x		x	x		
innovazione delle strutture verticali e orizzontali	x	x		x	x		
ripristino dell’aspetto storico-architettonico di un edificio, anche tramite la demolizione di superfetazioni	x		x	x	x		
adeguamento delle altezze dei solai, con il rispetto delle volumetrie esistenti		x		x			
apertura di finestre per esigenze di aerazione dei locali	x			x			
INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
riorganizzazione distributiva degli edifici e delle unità immobiliari, del loro numero e delle loro dimensioni	x	x		x	x		
costruzione dei servizi igienici in ampliamento delle superfici e dei volumi esistenti	x	x	x		x		
mutamento di destinazione d’uso di edifici, secondo quanto disciplinato dalle leggi regionali e dalla normativa locale							
trasformazione dei locali accessori in locali residenziali				x			
modifiche agli elementi strutturali, con variazione delle quote d’imposta dei solai		x		x			
interventi di ampliamento delle superfici	x	x			x		

La matrice, seppure a contenuto esclusivamente qualitativo, offre degli spunti di riflessione:

- l'AREA 7 - *Mobilità sostenibile* non appare mai coinvolta dagli interventi ricompresi nelle categorie tecnico-giuridiche di legge perché è un ambito che riguarda scelte a carattere urbanistico se non addirittura territoriale. Difficilmente, quindi, un intervento a scala edilizia potrà incidere su questo aspetto della sostenibilità ma viceversa la progettazione a scala edilizia andrebbe sempre ricompresa in un ambito di riferimento più ampio, in cui sia possibile operare delle scelte unitarie a scala perlomeno di quartiere o di comparto o di *unità urbana*

- lo stesso dicasi per l'AREA 6 - Q*ualità della gestione* anche se, in questo caso, la motivazione è di carattere culturale, ovvero, come già è stato detto, non essendo ancora sufficientemente diffusa una corretta "cultura della manutenzione", la normativa non prevede in modo obbligatorio che un intervento sul patrimonio edilizio storico venga completato da una serie di documenti finalizzati a facilitare la manutenzione dell'edificio al fine di garantirne durabilità ed efficienza

- tutte le altre aree tematiche, invece, registrano degli apporti positivi in seguito alla realizzazione degli interventi finalizzati al recupero dell'edificato storico, in particolare l'AREA 1 – *Qualità ambientale esterna*, l'AREA 2 – *Riduzione dei consumi e l'AREA 4 –* Qualità ambientale interna

- infine, dato per noi molto importante, risulta evidente che nello specifico sono proprio le categorie della manutenzione ordinaria e straordinaria che prevedono la maggior parte degli interventi, anche di piccola entità, con i quali si registrano ricadute positive sulle aree tematiche della sostenibilità.

A conclusione della disamina precedentemente svolta, si ritiene utile proporre un'articolata matrice di confronto in cui vengono riproposte ed interrelate tra loro le principali tematiche oggetto di studio.
Nella prima colonna vengono elencate le sette aree tematiche rispetto alle quali un intervento condotto secondo i principi della sostenibilità è chiamato a confrontarsi, riproponendo gli obiettivi da conseguire e le principali strategie progettuali da attuare.

Nella colonna successiva si esprime una valutazione sull'ammissibilità e proponibilità di tali interventi sull'edificato storico e sull'edificato storico *vincolato*, sulla scorta delle osservazioni ed esemplificazioni riportate nel paragrafo X "**I** criteri dell'edilizia sostenibile come input nel progetto di recupero dell'edilizia storica".

Nella colonna successiva viene indicato all'interno di quale categoria tecnico-giuridica di intervento ogni intervento tendente alla sostenibilità può trovare collocazione, indicando con tonalità più scura la prima categoria di riferimento; tale elemento appare utile per capire quali ulteriori indicazioni le Amministrazioni locali possano eventualmente introdurre nei propri strumenti di pianificazione e controllo dell'attività edilizia, al fine di incentivare e disciplinare in modo chiaro la possibilità di intervenire sull'edificato storico secondo i principi dell'edilizia sostenibile.

Sempre con le stesse modalità è stata poi inserita e compilata una colonna in cui ogni azione/intervento viene valutato come proponibile ed eventualmente ammissibile su un edificio storico sottoposto alla tutela del D.Lgs. 42/2004, su cui si interviene secondo le modalità del *restauro*; queste riflessioni andranno condivise con la Soprintendenza, per poi eventualmente essere proposte come indirizzi ai competenti uffici provinciali.

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA' E INTERVENTI ATTUABILI SU EDIFICI STORICI

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	Edificio storico vincolato o assimilabile
AREA 1 - QUALITA' AMBIENTALE DEGLI SPAZI ESTERNI				
Miglioramento della qualità dell'intorno ambientale	Armonizzare l'intervento con il suo intorno costruito	Conoscenza degli aspetti morfo-tipologici della tradizione insediativa locale + interventi finalizzati alla loro valorizzazione con particolare attenzione all'utilizzo di materiali appartenenti alla tradizione costruttiva locale	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile
	Armonizzare l'intervento con il suo intorno naturale e paesaggistico	Conoscenza degli aspetti paesaggistici del luogo + interventi finalizzati alla loro valorizzazione	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile
Miglioramento della qualità ambientale esterna (controllo dei fattori ambientali)	Ridurre gli effetti di qualsiasi forma di inquinamento proveniente da fonti localizzate nell'intorno del sito	Scelta della disposizione più adeguata dell'edificio sul sito; introduzione di elementi (artificiali e naturali) per ridurre gli impatti	L'intervento è di difficile realizzazione; si consiglia comunque la valutazione delle fonti di inquinamento	L'intervento è di difficile realizzazione; si consiglia comunque la valutazione delle fonti di inquinamento

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	Edificio storico vincolato o assimilabile
AREA 2 - RISPARMIO DELLE RISORSE AMBIENTALI				
Riduzione dei consumi energetici	Ridurre le dispersioni termiche	Isolamento termico delle pareti opache verticali (involucro), delle superfici vetrate, delle coperture	L'intervento è proponibile ed ammissibile in tutte le categorie tecnico-giuridiche d'intervento	L'intervento è proponibile in modo molto limitato, con particolare attenzione e attraverso l'uso di materiali specifici
Riduzione dei consumi energetici	Usufruire dell'irraggiamento naturale	Valorizzazione delle specificità dell'edificio esistente; introduzione di elementi tecnici speciali (muro di Trombe, Roof pond, serra solare)	Il primo intervento è sempre auspicabile; il secondo è di difficile realizzazione ma proponibile per particolari tipologie costruttive	Il primo intervento è sempre proponibile; il secondo in linea di massima non è proponibile; da valutare, in via sperimentale, i casi in cui la tipologia storica non includa già un elemento tipo "serra"
Riduzione dei consumi energetici	Utilizzo dell'energia solare per la produzione di acqua calda	Installazione di impianti solari termici	L'intervento è proponibile ed ammissibile, compatibilmente con i Regolamenti Edilizi comunali	L'intervento è proponibile ma da valutare con molta attenzione e *caso per caso*
Produzione e riduzione del consumo di energia elettrica	Ridurre il consumo dell'energia elettrica	Utilizzo di dispositivi e apparecchiature più efficienti; installazione di impianti fotovoltaici, geotermici, pompe di calore, etc.	L'intervento è proponibile ed ammissibile, compatibilmente con i Regolamenti Edilizi comunali	L'intervento è proponibile ma da valutare con molta attenzione *caso per caso* ed in funzione del dispositivo prescelto
Riduzione del consumo di acqua potabile	Ridurre il consumo di acqua potabile	Installazione di dispositivi per la rubinetteria; installazione di limitatori di scarico	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile
Uso di materiali di recupero	Ridurre al minimo l'energia incorporata sia nei materiali che nei processi costruttivi; ridurre le quantità di materiali in uso	Dare preferenza all'utilizzo di materiali e tecnologie smontabili e separabili, nonché a materiali prodotti localmente	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile, compatibilmente con le esigenze prioritarie della conservazione
Uso di materiali riciclabili	Ridurre il problema dei rifiuti solidi ed il consumo energetico connesso alla manifattura	Dare preferenza all'utilizzo di materiali riciclabili	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile	L'intervento è sempre proponibile ed ammissibile, compatibilmente con le esigenze prioritarie della conservazione
Utilizzo di strutture esistenti	Favorire il riutilizzo della maggior parte dei fabbricati esistenti	Interventi di recupero non distruttivi, che privilegino il consolidamento per aggiunta al posto della sostituzione	Intervento sempre proponibile ed ammissibile, in relazione alle caratteristiche del manufatto	Intervento già pienamente rispondente alle finalità del restauro

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	**Edificio storico vincolato o assimilabile**
AREA 3 - CARICHI AMBIENTALI				
Gestione delle acque meteoriche	Mantenimento della quantità di superficie permeabile	Predisposizione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche, provenienti dal coperto degli edifici così come da spazi chiusi ed aperti	Intervento proponibile, in relazione alle caratteristiche dell'edificio e del suo contesto	Intervento proponibile, in relazione alle caratteristiche dell'edificio e del suo contesto
Sistemi di recupero delle acque grigie		Predisposizione di sistemi di depurazione delle acque da riutilizzare o in modo naturale (fitodepurazione) con bacini di raccolta al piede dell'edificio o in modo artificiale con appositi sistemi meccanizzati	Intervento di difficile realizzazione, ma proponibile in particolari contesti (grandi complessi in ambito extra-urbano)	Intervento proponibile, in relazione alle caratteristiche dell'edificio e del suo contesto (grandi complessi in ambito extra-urbano)
Controllo della permeabilità delle superfici esterne		Riduzione dell'impatto ambientale delle superfici carrabili e/o calpestabili favorendo, ove possibile, l'inerbimento	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Salvaguardia delle pavimentazioni esterne esistenti – nelle forme e nei materiali - insieme al ridisegno di quelle nuove nell'ottica della valorizzazione degli spazi esterni	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	**Edificio storico vincolato o assimilabile**
AREA 4 - QUALITA' DELL'AMBIENTE INTERNO				
Comfort visivo	Migliorare l'illuminazione naturale	Scelta della migliore disposizione dell'edificio	Intervento non proponibile.	Intervento non proponibile.
			E' talora possibile la demolizione di volumi incongrui, se esistenti	E' talora possibile la demolizione di volumi incongrui, se esistenti
		Utilizzo di ampie superfici vetrate	Intervento non proponibile. E' talora possibile la riapertura di fori tamponati	Intervento non proponibile. E' talora possibile la riapertura di fori tamponati, se compatibile con le scelte del restauro
		Uso del colore interno	Intervento proponibile	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche degli ambienti interni
		Inserimento di camini di luce	Intervento proponibile, eventualmente anche all'esterno dell'edificio, lungo i fronti secondari	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche degli ambienti interni ed alla possibilità di far correre il condotto all'interno di cavedi esistenti
	Migliorare l'illuminazione artificiale	Uso di lampade con spettro di emissione simile a quello della luce naturale	Intervento sempre ammissibile	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche degli ambienti interni
Comfort acustico	Ridurre il rumore aereo ESTERNO	Inserimento di ostacoli naturali ed artificiali (rilievi del terreno, vegetazione) per sfruttarne l'effetto schermante	L'intervento è proponibile ed ammissibile, specie in contesti esterni al centro abitato ed in prossimità di tracciati stradali	L'intervento è proponibile ed ammissibile, specie in contesti esterni al centro abitato ed in prossimità di tracciati stradali
		Distribuzione degli ambienti interni in relazione alle fonti di rumore	Intervento proponibile	Intervento proponibile, ma di difficile realizzazione
		Aggiunta all'involucro edilizio di materiali con elevato potere fonoassorbente	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche costruttive dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche costruttive dell'edificio
		Utilizzo di serramenti con vetri stratificati o con vetrocamera a lastre di spessore differente e telai a bassa permeabilità all'aria	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, se accompagnato da un'accurata progettazione esecutiva di dettaglio; da valutare in relazione alle caratteristiche costruttive dell'edificio
	Ridurre la propagazione del rumore INTERNO	Controllo della distribuzione degli ambienti interni	Intervento proponibile, se compatibile con l'assetto tipologico-distributivo dell'edificio	Intervento proponibile, se compatibile con l'assetto tipologico-distributivo dell'edificio
		Inserimento di materiali ad elevato potere fonoisolante sulle tramezze interne	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	Edificio storico vincolato o assimilabile
AREA 4 - QUALITA' DELL'AMBIENTE INTERNO				
Comfort termico	Aumentare l'inerzia termica delle pareti	Impiego di murature "pesanti" di involucro, con una elevata capacità termica e una bassa conduttività termica	L'intervento può rivelarsi inutile	L'intervento può rivelarsi inutile
	Controllo della temperatura dell'aria e delle pareti interne	Isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio
		Impiego di cronotermostati ambiente e/o di valvole termostatiche	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Sezionamento dell'impianto di riscaldamento e condizionamento con recupero delle risorse nel circuito dell'impianto	Intervento sempre proponibile	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio
		Impiego di impianti ad elevata efficienza con sistemi di telecontrollo	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Impiego di impianti di tipo radiante	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche delle superfici ospitanti l'impianto	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche delle superfici ospitanti l'impianto
		Impiego di sistemi integrati di domotica	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
Qualità dell'aria interna	Controllo dell'umidità delle pareti	rimozione delle cause (se umidità da risalita)	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		controllo della ventilazione naturale	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		introduzione di camini di ventilazione (utilizzando condotti già esistenti)	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		apposizione di intonaco deumidificante e/o termoisolante	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio	Intervento proponibile, ma da valutare in relazione alle caratteristiche dell'edificio
	Miglioramento della ventilazione	Studio del funzionamento bioclimatico dell'edificio con eventuale ripristino degli elementi di ventilazione non utilizzati	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Adozione di serramenti apribili e con infissi a bassa permeabilità all'aria	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Adozione di bocchette o di griglie di ventilazione regolabili inseriti nel serramento	Intervento sempre proponibile, ma da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio	Intervento sempre proponibile, ma da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio
		Adozione di impianti a ventilazione meccanica controllata (VMC)	Intervento sempre proponibile, ma piuttosto invasivo; da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio	Intervento sempre proponibile, ma piuttosto invasivo; da valutare in base alle caratteristiche dell'edificio

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	**Edificio storico vincolato o assimilabile**
AREA 5 - QUALITA' DEL SERVIZIO				
Manutenzione edilizia	Impiego di tecnologie e materiali durevoli nel tempo	Ripristino di materiali e tecnologie della tradizione costruttiva locale	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
	Impiego di tecnologie e materiali che consentano una facile manutenzione	Utilizzo di materiali e tecnologie innovative	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile, in relazione alle caratteristiche dell'edificio
Manutenzione degli impianti	Impiego di tecnologie impiantistiche che consentano una facile manutenzione	Utilizzo di tecnologie impiantistiche innovative	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile, in relazione alle caratteristiche dell'edificio

AREE TEMATICHE DELLA SOSTENIBILITA'	Obiettivi	Azioni/Interventi	Ammissibilità dell'intervento su:	
			Edificio storico	**Edificio storico vincolato o assimilabile**
AREA 6 - QUALITA' DELLA GESTIONE				
Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	Attuare una costante manutenzione edilizia e degli impianti	Predisporre un *Manuale di manutenzione dell'edificio*	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
Sviluppo ed implementazione di un piano di manutenzione		Predisporre un *Manuale d'uso degli impianti*	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile
		Predisporre un *programma delle manutenzioni*	Intervento sempre proponibile	Intervento sempre proponibile

5.5. Bibliografia di riferimento

Agostiano M., *Riqualificazione energetica nel recupero dei centri storici*, Atti del Convegno "Riqualificazione energetica di edifici ed impianti dopo il D.Lvo 115/2008", Provveditorato alle Opere Pubbliche Interregionale Campania e Molise, Napoli 10 gennaio 2010 (www.unitel.it)

Balocco C., Farneti F., Minutoli G., *I sistemi di ventilazione naturale negli edifici storici*, Alinea 2009

Bauce L., *Tipologie dei prodotti biocompatibili*, in: "ilProgettoSostenibile - TECNICHE e MATERIALI del RECUPERO", n.2/febb2004, pp. 54-57.

Bori D., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Sistemi Editoriali 2006

Butera F. M., *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Milano 2007

Doglioni F. (a cura di), *Ambienti di dimore medievali a Verona*, Venezia 1987

Doglioni F., *La costruzione del progetto di restauro. I caratteri del costruire in area veneta (I parte)*, Trieste 1992

Ermentini Marco, *Restauro timido – Architettura Affetto Gioco*, Nardini Editore, Firenze, 2007

Fontana C., *Recupero e sostenibilità*, in: "ilProgettoSostenibile - TECNICHE e MATERIALI del RECUPERO", n.2/febb2004, pp. 4-11.

Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana, Regione Toscana 2005 (www.regione.toscana.it)

Giuliani Cairoli F., *L'edilizia nell'antichità*, Carocci editore 2006

Rava P., *Efficienza energetica. Soluzioni pratiche nel recupero dell'edilizia storica*, in: "recupero&conservazione", n. 78, 2007, pp. 42 - 47

Rohrich Trogu L., *Le tecniche di costruzione nei trattati di architettura*, EdicomEdizioni 2003

Tubi N., Silva M.P., *Gli edifici in pietra*, Sistemi Editoriali 2009

6. ARCHITETTURA STORICA E CARATTERI REGIONALI: IL VENETO

(a cura di: Simonetta Chiovaro, Elena Azzolin, Alessandra Biasi)

Il capitolo è interamente dedicato ad una approfondita panoramica sulle specifiche caratteristiche dell'edilizia storica del Veneto.
A partire da un sintetico quadro sulla consistenza del patrimonio architettonico, una sezione introduttiva analizza le principali disposizioni normative regionali finalizzate alla conoscenza e valorizzazione del patrimonio architettonico diffuso. Considerata l'importanza dei centri storici del Veneto, a loro è dedicato una paragrafo che mette in evidenza i caratteri insediativi della tradizione locale con particolare riferimento alle diverse "forme" della città in relazione alle variabili ambientali. Infine, un'ampia trattazione è dedicata alla disamina delle tecniche costruttive della tradizione locale e dei materiali costitutivi dell'edilizia storica veneta, focalizzando l'attenzione sulle modalità di approvvigionamento e di impiego.

6.1. Il patrimonio architettonico veneto

(a cura di Simonetta Chiovaro)

6.1.1. Il patrimonio architettonico in Italia ed in Veneto

Secondo una sintetica ma esaustiva definizione contenuta nella **Convenzione per la salvaguardia del patrimonio architettonico d'Europa (Granada, 1985)**[29], *patrimonio architettonico* è quell'insieme di beni immobili composto da:

1) i MONUMENTI: tutte le opere particolarmente notevoli per il loro interesse storico, archeologico, artistico, scientifico, sociale, tecnico comprese le istallazioni o gli elementi decorativi facenti parte delle opere stesse;
2) gli INSIEMI ARCHITETTONICI: agglomerati omogenei di costruzioni urbanistiche o rurali notevoli per il loro interesse stoico, archeologico, artistico, scientifico, sociale o tecnico e sufficientemente coerenti per essere oggetto di una delimitazione topografica;
3) i SITI: opere combinate dell'uomo e della natura parzialmente costruite e costituenti spazi sufficientemente caratteristici ed omogenei per essere oggetto di una delimitazione topografica, notevoli per il loro interesse storico, archeologico, artistico, scientifico, sociale o tecnico.

Come noto, l'Italia è un "Paese caratterizzato da una eccezionale concentrazione di beni artistici, storici e paesaggistici di grande valore"; il patrimonio architettonico, in particolare, spicca per quantità ed articolazione, come evidenziato nel Rapporto CENSIS del 2003:

Il patrimonio architettonico: i beni singolari

Tipologia	**Quantità (stime)**
Musei e gallerie	4.150 (di cui 402 statali)
Siti e monumenti archeologici	2.100
Chiese e cappelle	85.000 soggette a tutela (di cui 30.000 di rilevante valore)
Conventi	1.500
Biblioteche	6.000
Archivi	30.000
Giardini storici	4.000
Dimore storiche (ville e palazzi)	40.000
Rocche e castelli	20.000

(Fonte: elaborazioni Censis su dati Istat, Associazione dimore storiche, Tci)

Al di là dei singoli beni, il dato straordinario è quello relativo alla dimensione urbanistica, cioè agli insediamenti storici. "Tramite il Progetto «*Censimento nazionale dei centri storici*» (completato nel 1994) l'Istituto Centrale per la Catalogazione e la Documentazione ha individuato, infatti, con una metodologia unitaria su tutto il territorio nazionale (basata sul confronto tra i toponimi delle località

[29] La Convenzione, stilata con lo scopo di definire una politica comune agli Stati membri del "Consiglio d'Europa", è finalizzata alla *salvaguardia* e alla *valorizzazione* del Patrimonio architettonico.

abitate del primo censimento post-unitario realizzato nel 1881 con quello del 1981), circa 22.000 centri storici secondo una stima che è comunque approssimata per difetto:

Gli aggregati urbanistici e il tessuto edilizio minore

Tipologie	**Quantità (stime)**
Centri storici principali	900
Centri storici minori	6.850
Nuclei abitati storici (nuclei isolati, frazioni, borghi, villaggi, insediamenti religiosi e militari)	15.000

(*Fonte*: elaborazioni Censis su dati Istat, Iccd)

A fronte di circa 8.000 comuni in Italia si contano dunque: quasi 7.800 centri storici di cui 900 principali (cittadelle murate o comunque di antica fondazione); circa 15.000 nuclei abitati minori (borghi, frazioni, villaggi, insediamenti militari e religiosi).Per quanto riguarda l'epoca di fondazione dei centri storici catalogati, circa il 30% risale ad epoca romana e pre-romana, più del 50% all'epoca medievale (tra il IX secolo e il 1.380), ed il restante 20% al Rinascimento e ad epoche successive.

Il quadro conoscitivo – sia in termini quantitativi che in termini qualitativi – è costantemente aggiornato e monitorato attraverso una serie di azioni ed iniziative coordinate sull'intero territorio nazionale. In particolare, è il Ministero per i Beni e le Attività Culturali che, con il concorso delle regioni e degli altri enti pubblici territoriali, assicura la *catalogazione dei beni culturali* e coordina le relative attività (D.Lgs. 42/2004, art. 17, c. 1) ed è l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, all'interno del MIBAC, che definisce le procedure, gli standard e gli strumenti per la Catalogazione e la Documentazione del patrimonio archeologico, architettonico, storico artistico e demoetnoantropologico nazionale in accordo con le Regioni.

La Regione Veneto ha istituito con apposita legge[30], in attuazione di quanto previsto nel Protocollo d'Intesa tra il Ministero dei Beni Culturali e Ambientali e le Regioni, il "Centro regionale di documentazione dei beni culturali e ambientali del Veneto", con il compito di "raccogliere, elaborare e fornire ogni informazione relativa al **patrimonio storico della civiltà del Veneto**".
Le campagne di catalogazione hanno prodotto ad oggi (2003) oltre 260.000 schede, confluite in una **banca dati dei beni culturali** che sarà in futuro consultabile on-line.
In particolare, per quanto attiene al **patrimonio architettonico,** la Regione Veneto ha fornito i dati per il seguente **Quadro sintetico degli interventi di catalogazione: periodo 1986 – 2010**

DESCRIZIONE	**N. schede A**
Abbazie, Conventi, Teatri storici del Veneto	240
Amministrazione Provinciale di Belluno e Museo Cesiomaggiore (BL)	55
Analisi territoriale Terraglio (Provincia di TV)	344
Archeologie industriali in Provincia di Vicenza	**700**
Architetture spontanee Cadore (Provincia di Belluno)	400
Banca beni culturali Provincia di Rovigo	30
Beni della Magnifica Comunità di Cadore	**740**
Beni ecclesiastici	485
Castelli ed opere fortificate	593
Catalogo Unesco 68 Venezia	535
Censimento Centri storici minori	500
Consorzio Bonifica Delta Po Adige e Consorzio Padana Polesana	150
Edilizia civile Mestre	420
Edifici Veneto Orientale	400
Ville Venete	**3783**
TOTALE GENERALE	**9375**

Fonte: Regione Veneto, **DIREZIONE BENI CULTURALI -** Servizio Paesaggio Culturale e Beni Culturali - novembre 2010

[30] Legge regionale 9 gennaio 1986, n. 2 (BUR n.2/1986), **Istituzione del Centro regionale di documentazione dei beni culturali e ambientali del Veneto.**

Appare significativo, per l'oggetto della presente ricerca, entrare nel merito delle principali disposizioni normative regionali finalizzate alla *conoscenza e valorizzazione* del patrimonio architettonico *diffuso*, evidenziando lo stretto e talora imprescindibile legame con le caratteristiche del territorio e del paesaggio veneto.
La regione stessa, infatti, in riferimento a particolari categorie di beni culturali caratteristici del proprio territorio, ha emanato norme specifiche per la precisa individuazione dei beni stessi (centri storici, città murate, architettura rurale); nel caso delle ville venete, istituendo un apposito Istituto di riferimento.

6.1.1.1. I centri storici e le città murate

Legge regionale 31 maggio 1980, n. 80 (BUR n. 36/1980) - abrogata[31]
Norme per la conservazione e il ripristino dei centri storici
La legge è diretta alla tutela ed al recupero dei centri storici esistenti nel territorio regionale.
Gli interventi previsti dalla presente legge, <u>attraverso la redazione degli strumenti urbanistici</u>, hanno in particolare lo scopo di:
1) promuovere la conoscenza, la salvaguardia, la conservazione, la riqualificazione e la rivitalizzazione dei centri storici e di ogni altra struttura insediativa che costituisca eredità significativa di storia locale;
2) rendere possibile la migliore fruizione individuale e collettiva degli insediamenti di carattere storico, recuperando il patrimonio edilizio ed urbanistico esistente che sia abbandonato, degradato o utilizzato in modo contrastante con la sua destinazione naturale e favorendo al tempo stesso il mantenimento delle funzioni tradizionali, affievolite o minacciate, prima fra queste la residenza della popolazione originaria.
La legge stabilisce che i centri storici siano "individuati e perimetrati nello strumento urbanistico generale del Comune. <u>Fanno parte del centro storico le zone territoriali omogenee classificate come zone " A " dalla vigente legislazione urbanistica</u>.

L'applicazione della legge ha prodotto la realizzazione degli **Atlanti dei Centri Storici** con riferimento a ciascuna provincia del Veneto. Essi **documentano e descrivono**, mediante apposite cartografie, la **perimetrazione dei centri storici** dei Comuni della Regione, costituendo strumento utile ad orientare le scelte di politica territoriale delle Amministrazioni interessate[32].

La legge precisa inoltre i "Contenuti dello strumento urbanistico generale" (art. 4), ovvero quella serie di indicazioni di base che è stata successivamente recepita in tutti i nuovi strumenti di pianificazione locale:
"Relativamente ai centri storici, ciascun strumento urbanistico generale deve:
a) determinare, previa analisi dei manufatti e degli spazi liberi esistenti, le categorie in cui essi devono essere *raggruppati per le loro caratteristiche tipologiche*;
b) definire per ogni categoria così individuata *gli interventi necessari* a raggiungere le finalità della presente legge;
c) *prescrivere le norme* da osservare negli interventi consentiti (…)".

Legge regionale 16 giugno 2003, n. 15 (BUR n. 59/2003)
Norme per la tutela e la valorizzazione delle "città murate del Veneto"
La legge promuove la realizzazione di interventi finalizzati alla valorizzazione dei contesti urbani caratterizzati dalla <u>permanenza di cinte murarie urbane e di opere di fortificazione connesse</u>.
I comuni nel cui territorio permangono strutture conservate o parzialmente conservate relative a cinte murarie e fortificazioni connesse possono presentare istanza di contributo regionale previa predisposizione di uno *studio di fattibilità* che potranno contenere le seguenti azioni:
a) acquisto di aree o di manufatti finalizzato alla realizzazione degli interventi di cui alla presente legge;
b) monitoraggio delle condizioni statiche dei beni oggetto di tutela a fini conservativi e manutentivi;
c) interventi di restauro e consolidamento dei beni oggetto di tutela;

[31] Legge abrogata dall'articolo 49, comma 1, della **<u>legge regionale 23 aprile 2004, n. 11</u>** , con decorrenza dal 22 ottobre 2004 data di pubblicazione nel BUR n. 105/2004 della deliberazione della Giunta regionale n. 3178/2004 con la quale sono stati adottati i provvedimenti previsti dall'articolo 50, comma 1, della medesima legge regionale.
[32] www.regione.veneto.it/Ambiente+e+Territorio/Lavori+Pubblici/Atlantecentristorici.htm

d) interventi di riuso funzionale dei beni oggetto di tutela per attività di interesse pubblico compatibili con le finalità di cui all'articolo 1;
e) interventi finalizzati al riordino della viabilità e interventi di pedonalizzazione finalizzati alla valorizzazione del bene oggetto di tutela;
f) interventi di sistemazione degli spazi pubblici aperti in diretto rapporto visivo con il bene oggetto di tutela;
g) interventi di recupero del patrimonio edilizio pubblico o privato posto in diretta connessione visiva con i beni oggetto di tutela, limitatamente alle parti esterne degli edifici.

6.1.1.2. La civiltà delle ville venete

La “civiltà delle ville venete” rappresenta un vasto e diffuso patrimonio architettonico, costituito da più di 4000 complessi, quasi tutti di consistenti dimensioni, formati da barchesse, oratori, giardini, rustici e arricchiti da apparati artistici di grande rilievo, quali affreschi, stucchi, materiali lapidei.
Per tutelare questa ampia categoria di beni caratteristici del proprio territorio, la Regione ha istituito un’apposita struttura – l’Istituto Regionale per le Ville Venete – che rappresenta la trasformazione giuridica dell’originario Ente per le Ville Venete[33] (legge 6 marzo 1958, n. 243), al quale lo stato delegava compiti specifici di tutela attraverso l'intervento economico (mutui e contributi) ma anche di competenza, quali l'espropriazione e la salvaguardia, attraverso la presenza di alcuni Soprintendenti nel Consiglio di amministrazione dell'Ente.

Legge regionale 24 agosto 1979, n. 63 (BUR n. 42/1979)
Norme per l’istituzione e il funzionamento dell’Istituto Regionale per le Ville Venete
L'Istituto ha lo scopo di provvedere, in concorso con il proprietario o sostituendosi ad esso, al consolidamento, al restauro, alla promozione ed alla miglior utilizzazione, anche mediante studi e ricerche, delle Ville Venete soggette alle disposizioni di cui alla legge 1° giugno 1939, n. 1089. (art. 2)
I proprietari delle ville sono tenuti ad assicurare la conservazione e la monumentalità ed a impedirne il deterioramento, eseguendo i necessari *lavori di consolidamento, manutenzione e restauro* (art. 18).
Il Consiglio di Amministrazione può disporre che l’Istituto conceda in tutto od in parte un abbuono sugli interessi, e anche, a titolo di contributo, una riduzione del debito nella misura non superiore al 20 per cento della somma capitale, avuto riguardo alle condizioni che seguono in ordine di precedenza:
a) interesse storico o artistico della villa;
b) entità quantitativa e qualitativa e urgenza del restauro;
c) reddito realizzato dalla villa;
d) condizioni economiche inadeguate del proprietario.

6.1.1.3. L’architettura rurale

Nel caso dell’architettura rurale, non si tratta di una vera disposizione normativa, bensì di una Delibera di Giunta Regionale, in recepimento di una Direttiva nazionale, con cui le singole Regioni, nell'ambito delle proprie competenze statutarie, *individuano gli insediamenti di architettura rurale meritevoli di attenzione* e provvedano, tramite la predisposizione di un apposito programma triennale, alla definizione delle forme di intervento e delle modalità di incentivazione atte a consentire la realizzazione e le finalità della Direttiva.

DGR n. 4243 del 29 dicembre 2009 (BUR n. 09/2010)
Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Direttiva 30 ottobre 2008: “Interventi in materia di tutela e valorizzazione dell’architettura rurale” ai sensi della Legge 24 dicembre 2003, n. 378 e del D.M. 6 ottobre 2005. Programma di interventi triennale.
La Deliberazione della Giunta Regionale ha la finalità di recepire nel territorio veneto le disposizioni contenute nella Direttiva del Ministero, la quale è stata emanata allo scopo di salvaguardare e valorizzare le tipologie di architettura rurale, quali insediamenti agricoli, edifici o fabbricati rurali, presenti sul territorio nazionale, realizzati tra il XIII ed il XIX secolo e che costituiscono testimonianza dell'economia rurale tradizionale.
La Direttiva individua le seguenti *tipologie di architettura rurale*:

---

[33] L’Ente in origine era un consorzio tra Amministrazioni Provinciali per il Turismo delle province di Belluno, Padova, Rovigo, Treviso, Udine, Verona, Venezia, Vicenza.

- edifici ed insediamenti, realizzati tra il XIII e il XIX secolo, che siano testimonianze significative, nell'ambito dell'articolazione e della stratificazione storica, antropologica ed urbanistica del territorio, della storia delle popolazioni e delle comunità rurali, delle rispettive economie agricole tradizionali, dell'evoluzione del paesaggio.
- gli spazi e le costruzioni adibiti alla residenza ed alle attività agricole. Vi rientrano altresì le testimonianze materiali che concorrono alla definizione di unità storico-antropologiche riconoscibili, con particolare riferimento al legame tra insediamento e spazio produttivo e, in tale ambito, tra immobili e terreni agrari.
- elementi distintivi e costitutivi delle tipologie indicate: le recinzioni degli spazi destinati alla residenza ed al lavoro, le pavimentazioni degli spazi aperti residenziali o produttivi, la viabilità rurale storica, *i sistemi di canalizzazione, irrigazione e approvvigionamento idrico*, i sistemi di contenimento dei terrazzamenti, i ricoveri temporanei anche in strutture vegetali o in grotta, gli elementi e i segni della religiosità locale.

La Regione Veneto, che ha sempre dedicato una “particolare attenzione (…) al tema della tutela e valorizzazione dell'architettura e del paesaggio rurale del Veneto, in quanto espressione della capacità dell'uomo di interpretare abilmente le vocazioni dei suoli e di plasmare, con il proprio lavoro, ordinamenti e insediamenti agrari, che costituiscono uno degli aspetti identitari maggiormente pregnanti del paesaggio”, nel proporre un programma di interventi per la tutela e la riqualificazione dell'architettura e del paesaggio rurale ha selezionato alcuni ambiti, che risultano organizzati intorno ad antichi percorsi di terra e di acqua, in cui sono presenti matrici paesaggistiche ed elementi di indiscusso pregio, contesti che necessitano, tuttavia, di azioni di recupero e di riqualificazione.
Gli ambiti individuati, che possono usufruire del finanziamento regionale del Programma di interventi triennale e che hanno acquisito il parere della II Commissione Consiliare n. 763 del 27.10.2009 e della DGR n. 3999 del 22.12.2009 sono:

- ambito a) *Viabilità storica della Valsana. "Strada Maestra"*
- ambito b) *Sistema delle colline a cordonate dell'Alta Marca trevigiana*
- ambito c) *Taglio del Sile*
- ambito d) *Antica via Popillia costiera. Tratto compreso tra il Po di Goro e il Po di Venezia*.

6.1.1.4. Paesaggi veneti

La Regione Veneto ha avviato il processo di aggiornamento del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC adottato con DGR n. 372 del 17/02/09 pubblicato sul BUR n. 22 del 13/03/09), come riformulazione dello strumento generale relativo all'assetto del territorio veneto, in linea con il nuovo quadro programmatico previsto dal Programma Regionale di Sviluppo (PRS) e in conformità con le nuove disposizioni introdotte con il Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/04).
In base a tali nuove disposizioni, esso cioè assumerà valore di “piano paesaggistico”, recependo così anche i contenuti della Convenzione Europea del Paesaggio (2000)[34].

Riconosciuta la complessità e molteplicità del paesaggio veneto, il nuovo Atlante ha individuato 39 *ambiti di paesaggio omogenei* corredati da apposite schede che prendono in esame i seguenti aspetti:

1) Caratteri del paesaggio: geomorfologia e idrografia, vegetazione ed uso del suolo, insediamenti ed infrastrutture, valori naturalistico-ambientali e storico-culturali
2) Dinamiche di trasformazione: integrità naturalistico-ambientale e storico-culturale, fattori di rischio ed elementi di vulnerabilità, frammentazione delle matrici rurali e seminaturali del paesaggio
3) Obiettivi ed indirizzi di qualità paesaggistica per i paesaggi del Veneto, specifici per ogni ambito individuato ed analizzato.

---

[34] Nel 2009 è stato sottoscritto, dal Ministro per i Beni e le attività culturali e dal Presidente della Regione del Veneto, un *Protocollo d’Intesa per l’elaborazione congiunta del Piano Paesaggistico Regionale*, con il quale le parti prendono positivamente atto di quanto finora elaborato dalla Regione con il PTRC adottato dalla Giunta Regionale il 17 febbraio 2009 – in particolare con la predisposizione dell’**Atlante Ricognitivo degli Ambiti di Paesaggio** – e si impegnano alla completa definizione del Piano Paesaggistico Regionale, ovvero del PTRC con specifica considerazione dei valori paesaggistici, conformemente a quanto dettato dal Codice.

Tra i 40 “obiettivi ed indirizzi di qualità paesaggistica” indicati nel nuovo Atlante del PTRC, tutti di estremo interesse, si citano, in riferimento agli scopi del presente lavoro:

18 – Valore storico-culturale dell’edilizia rurale tradizionale
Conservare il valore storico-culturale dell’edilizia rurale tradizionale, in quanto elemento caratteristico dell’identità dei luoghi
22 – Qualità urbana degli insediamenti
Migliorare la qualità urbana degli insediamenti e la loro efficienza ambientale, per un maggior benessere della popolazione e un più elevato potenziale di promozione economica
23 – Qualità edilizia degli insediamenti
Migliorare la qualità edilizia degli insediamenti per un minor impatto sull’ambiente, un maggior benessere della popolazione e un più elevato potenziale di promozione economica
24 – Valore culturale e testimoniale degli insediamenti e dei manufatti storici
Promuovere la conservazione del valore culturale e testimoniale degli insediamenti e dei manufatti storici

6.1.2. Norme regionali per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico

Nel “quadro delle azioni volte a garantire la tutela e la conservazione del proprio patrimonio ambientale, storico ed artistico”, la Regione ha emanato negli anni una serie di provvedimenti legislativi, finalizzati a *sostenere gli interventi* di tutela e valorizzazione dei beni individuati dalle diverse leggi (sia nazionali che regionali), mediante contributi economici ai proprietari, concessi secondo criteri e modalità prestabiliti.
In realtà, molto spesso la finalità di individuazione di particolari categorie di beni culturali, *caratterizzanti il territorio veneto*, si intreccia con le relative disposizioni a sostegno degli interventi, proprio perché i criteri di assegnazione dei contributi sono calibrati sulle caratteristiche dei beni stessi.

Di seguito si elencano, in ordine cronologico, i principali provvedimenti normativi regionali relativi al patrimonio architettonico veneto; per ciascuno di essi si propone una sintetica descrizione che evidenzia le finalità della legge e, nel caso di provvedimenti a sostegno degli interventi, anche le azioni ammesse a contributo e i criteri per la loro assegnazione. *Quest’ultimo dato, in particolare, appare utile per individuare in futuro scenari in cui i criteri di sostenibilità per intervenire sull’edilizia storica possano essere inseriti/aggiunti come elementi di premialità.*

Legge regionale 23 luglio 1991, n. 233
Finanziamenti per il restauro ed il recupero delle Ville Venete
L’Istituto Regionale per le Ville Venete finanzia (con un contributo erogato alla Regione Veneto dal Ministero per i Beni Culturali e Ambientali) *il consolidamento, i restauri, la manutenzione straordinaria e la valorizzazione delle Ville venete notificate ai sensi della legge 1° giugno 1939, n.1089, e degli annessi giardini e parchi*, esistenti nelle regioni Veneto e Friuli-Venezia Giulia, che versino in condizioni di particolare degrado, secondo un programma annuale presentato dall’Istituto stesso al Ministro per i Beni Culturali e Ambientali tramite le competenti soprintendenze.
Il contributo erogato viene ripartito nell’ambito nel modo seguente:

- il 70% viene destinato alla erogazione di mutui per il finanziamento di opere di consolidamento, restauro, manutenzione straordinaria e valorizzazione delle ville venete vincolate;
- il 25% viene destinato all’acquisizione (mediante acquisto o espropriazione) da parte dell’Istituto Regionale per le Ville Venete degli immobili veneti vincolati dei quali non sia altrimenti possibile assicurare la salvaguardia, al primo intervento di consolidamento e restauro, nonché all’installazione di attrezzature finalizzate al successivo utilizzo degli immobili stessi. Tali immobili, una volta restaurati e consolidati, possono essere utilizzati direttamente dall’Istituto o essere affidati in gestione a enti pubblici o privati che, con idonea convenzione, ne garantiscano formalmente la conservazione e fruizione compatibilmente con la loro natura
- il 5% viene destinato alla concessione di contributi per lavori di restauro o di manutenzioni straordinarie.

In particolare, sono ammissibili le spese per:

a) conservazione, consolidamento e restauro della villa e delle pertinenze;

b) *finiture: pavimentazioni, intonaci e infissi;*
c) *opere di impiantistica*;
d) (…)

Legge regionale 30 gennaio 1997, n.6, art. 78 (BUR n. 11/1997)
Contributi in materia di beni immobili NON STATALI a carattere storico-monumentale soggetti alle disposizioni della Legge 1 gennaio 1939, n. 1089 (ora D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42)
La legge prevede che la Regione, in attesa di una organica disciplina regionale della materia, conceda contributi in conto capitale per il finanziamento e l'attuazione di interventi di natura statica e strutturale, di *manutenzione straordinaria, di restauro, nonché di impianto e dotazione di attrezzature tecniche* per beni immobili non statali sottoposti alle disposizioni della legge 1 gennaio 1939, n. 1089.
I contributi sono destinati a soggetti privati ed Enti Pubblici, proprietari di edifici a carattere storico monumentale.

Legge regionale 7 aprile 2000, n. 12 (BUR n. 33/2000)
Interventi per il restauro delle superfici esterne affrescate, dipinte e decorate
La Regione sostiene, mediante contributi in conto capitale, interventi sul proprio territorio volti alla conservazione, manutenzione programmata, restauro e valorizzazione delle superfici esterne in qualunque modo decorate e aventi rilievo storico - artistico su edifici di proprietà non statale e soggetti al vincolo di tutela secondo le vigenti leggi.
Tale legge, seppure molto di settore, offre spunti interessanti per quanto concerne la "definizione dei criteri di priorità":

- la Giunta regionale, in relazione al bene, tiene conto dell'importanza storico-artistica, dell'esposizione a rischio e dello stato di conservazione
- può essere data precedenza al finanziamento dei soggetti residenti in comuni dotati di regolamento di manutenzione, ristrutturazione e risanamento delle superfici murarie che interessi la percezione cromatica e decorativa delle unità edilizie.

La legge inoltre indica alcune modalità per perseguire la "Qualità dei progetti" (art. 3):

1) I progetti di intervento devono essere autorizzati dalle competenti soprintendenze.
2) I proprietari del bene devono garantire la qualità degli interventi e l'uso di tecniche e metodologie adeguate, nonché l'utilizzo di personale qualificato.
3) I soggetti di cui al comma 2, sono altresì tenuti a consentire l'utilizzo dei dati ed immagini relativi agli interventi per l'inserimento nel sistema informativo regionale ai fini della catalogazione e della valorizzazione.

Legge regionale 1 febbraio 2001, n. 2 (BUR. n. 12/2001)
Intervento regionale a favore dei centri storici dei comuni minori
Finalità della legge è promuovere *la salvaguardia e la valorizzazione dei centri storici dei comuni minori* nel cui territorio sia individuato un agglomerato insediativo urbano considerato come centro storico ai sensi dell'articolo 40 della legge regionale 23 aprile 2004, n. 11: "Norme per il governo del territorio", al fine di favorirne lo sviluppo culturale, turistico ed economico.
Per fare ciò, la regione concede contributi ai comuni per interventi di recupero di edifici aventi caratteristiche storiche od artistiche e delle strutture ed elementi urbani ad essi collegati, da eseguirsi da parte di soggetti pubblici e/o privati.
Ai soli fini della presente legge, si considerano minori i comuni con popolazione inferiore a tremilacinquecento abitanti; sono equiparati ai comuni minori i nuclei abitati che risultino, sulla base delle verifiche operate dai relativi comuni d'appartenenza, con popolazione fino a mille abitanti purché ricompresi nel territorio dei comuni con popolazione fino a quindicimila abitanti.
Sono ammessi a contributo i seguenti interventi:

a. di recupero del patrimonio edilizio pubblico di rilevanza storico od artistica, o comunque situato in un contesto di rilevante pregio ambientale;
b. di recupero del patrimonio edilizio privato di rilevanza storico od artistica o comunque situato in un contesto di rilevante pregio ambientale, limitatamente alle parti esterne od in vista degli edifici;
   c) di recupero e sistemazione delle strutture e degli elementi urbani collegati agli interventi di cui alle lettere a) e b).

I criteri di priorità per la individuazione degli interventi da ammettere a contributo, le modalità per la presentazione delle domande, la suddivisione percentuale delle risorse finanziarie disponili tra gli

interventi di cui al comma 1, le procedure per l'erogazione del contributo regionale, nonché le modalità di controllo e di verifica dell'attuazione degli interventi e le condizioni per la revoca o decadenza del contributo, sono stabiliti dalla Giunta regionale, entro il 31 gennaio di ogni anno.

L'originario testo di legge è stato successivamente modificato (Legge regionale 26 giugno 2008, n.4, “Disposizioni di riordino e semplificazione normativa - collegato alla legge finanziaria 2007 in materia di governo del territorio, parchi e protezione della natura, edilizia residenziale pubblica, mobilità e infrastrutture”), ampliando la casistica dei soggetti ammessi a contributo: ora, oltre ai Comuni con meno di 3500 abitanti, possono formulare istanza di finanziamento anche i proprietari di immobili che ricadono nei centri storici dei Comuni con popolazione fino a 15000 abitanti. In tale seconda fascia di Comuni, sono tuttavia ammessi esclusivamente i centri storici dei nuclei abitativi con meno di 1000 abitanti. Non potranno pertanto essere finanziati interventi nei centri storici del capoluogo o delle frazioni (nuclei abitativi) di maggiori dimensioni.

Legge regionale 9 marzo 2007, n. 4 (pubblicata nel BUR n. 25/2007)
Iniziative ed interventi regionali a favore dell'edilizia sostenibile
S'intendono per interventi di edilizia sostenibile, gli interventi di edilizia pubblica o privata che:

a) favoriscano il risparmio energetico, l'utilizzo delle fonti rinnovabili ed il riutilizzo delle acque piovane;
b) garantiscano il benessere, la salute e l'igiene dei fruitori;
c) si avvalgano di materiali da costruzione, di componenti per l'edilizia, di impianti, di elementi di finitura, di arredi fissi selezionati tra quelli che non determinano lo sviluppo di gas tossici, emissione di particelle, radiazioni o gas pericolosi, inquinamento dell'acqua o del suolo;
d) privilegino l'impiego di materiali e manufatti di cui sia possibile il riutilizzo anche al termine del ciclo di vita dell'edificio e la cui produzione comporti un basso consumo energetico;
e) conservino, *qualora si tratti di interventi di ristruttura*zione, i caratteri tipo-morfologici di interesse storico.

DGR n. 4243 del 29 dicembre 2009 (BUR n. 09/2010)
Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Direttiva 30 ottobre 2008: “Interventi in materia di tutela e valorizzazione dell'architettura rurale” ai sensi della Legge 24 dicembre 2003, n. 378 e del D.M. 6 ottobre 2005. Programma di interventi triennale.
La Deliberazione della Giunta Regionale ha la finalità di recepire nel territorio veneto le disposizioni contenute nella Direttiva del Ministero, la quale è stata emanata allo scopo di salvaguardare e valorizzare le tipologie di architettura rurale, quali insediamenti agricoli, edifici o fabbricati rurali, presenti sul territorio nazionale, realizzati tra il XIII ed il XIX secolo e che costituiscono testimonianza dell'economia rurale tradizionale.
La Direttiva individua le seguenti *tipologie di architettura rurale*:

- edifici ed insediamenti, realizzati tra il XIII e il XIX secolo, che siano testimonianze significative, nell'ambito dell'articolazione e della stratificazione storica, antropologica ed urbanistica del territorio, della storia delle popolazioni e delle comunità rurali, delle rispettive economie agricole tradizionali, dell'evoluzione del paesaggio.
- gli spazi e le costruzioni adibiti alla residenza ed alle attività agricole. Vi rientrano altresì le testimonianze materiali che concorrono alla definizione di unità storico-antropologiche riconoscibili, con particolare riferimento al legame tra insediamento e spazio produttivo e, in tale ambito, tra immobili e terreni agrari.
- elementi distintivi e costitutivi delle tipologie indicate: le recinzioni degli spazi destinati alla residenza ed al lavoro, le pavimentazioni degli spazi aperti residenziali o produttivi, la viabilità rurale storica, *i sistemi di canalizzazione, irrigazione e approvvigionamento idrico*, i sistemi di contenimento dei terrazzamenti, i ricoveri temporanei anche in strutture vegetali o in grotta, gli elementi e i segni della religiosità locale.

La Direttiva nazionale prevede, poi, che le singole Regioni, nell'ambito delle proprie competenze statutarie, individuino gli insediamenti di architettura rurale meritevoli di attenzione e provvedano, tramite la predisposizione di un apposito programma triennale, alla definizione delle forme di intervento e delle modalità di incentivazione atte a consentire la realizzazione e le finalità della Direttiva.

La Regione Veneto, che ha sempre dedicato una “particolare attenzione (…) al tema della tutela e valorizzazione dell'architettura e del paesaggio rurale del Veneto, in quanto espressione della

capacità dell'uomo di interpretare abilmente le vocazioni dei suoli e di plasmare, con il proprio lavoro, ordinamenti e insediamenti agrari, che costituiscono uno degli aspetti identitari maggiormente pregnanti del paesaggio", nel proporre un programma di interventi per la tutela e la riqualificazione dell'architettura e del paesaggio rurale ha selezionato alcuni ambiti, che risultano organizzati intorno ad antichi percorsi di terra e di acqua, in cui sono presenti matrici paesaggistiche ed elementi di indiscusso pregio, contesti che necessitano, tuttavia, di azioni di recupero e di riqualificazione.

Il primo Bando di finanziamento recentemente pubblicato (24.05.2010 – riportato in Allegato), nel capitolo "Criteri di priorità e punteggi", prevede delle premialità per i seguenti interventi:

- ove siano orientati al restauro o al ripristino conservativo degli elementi originari degli edifici, dei manufatti e del loro intorno rurale – fino a 20 punti;
- ove siano relativi a luoghi e insiemi storico-rurali costituiti da aggregati edilizi piuttosto che a singoli edifici – fino a 30 punti;
- *ove impieghino le tecniche della bioedilizia e della sostenibilità energetica medianti fonti rinnovabili e non inquinanti (energia solare, geotermica, etc.) purché nel rispetto dei caratteri tipologici e formali dell'edilizia rurale tradizionale collocando gli impianti in punti non visibili* – fino a 10 punti.

6.2. Caratteri insediativi e costruttivi della tradizione locale: morfologia e struttura delle città storiche del veneto

(a cura di Alessandra Biasi)

6.2.1. La città e la storia: la vicenda insediativa

Il mutuo rapporto tra i caratteri geomorfologici del territorio veneto e il suo ruolo di transito e scambio tra le antiche civiltà mediterranee e quelle emergenti al di la delle Alpi nell'area Danubiana, segna in epoca preromana l'avvio del processo insediativo del Nord-Est. Questo trova una connotazione coerente ed unitaria entro la complessa geografia del territorio, al cui potere di induzione e morfogenesi dei fenomeni urbani, così come delineatosi in questa fase storia, il Veneto deve la sua unità antropica e culturale; le città venete la propria matrice insediativa. Le risultanze archeologiche ne evidenziano tracce negli impianti di molti centri, tra questi Padova e Treviso, che pur sensibilmente trasformati, conservano espressa memoria dell'organica spazialità paleo veneta. Gli stessi reperti recano altresì testimonianza dell'impiego di materiali costruttivi di immediata reperibilità a supporto di un mutuo scambio tra ambiente e pratica costruttiva che instauratosi già nel quadro della colonizzazione paleo veneta è destinato a confermarsi nel tempo.
All'interno dell'articolata geografia del territorio veneto che spazia dall'arco alpino al mare, scandendo in successione acque, terre, colli e montagne, si insediano nuclei abitativi che non tardano ad organizzarsi secondo un modello federale e policentrico, idoneo a fungere da tramite e collegamento tra il mare e la montagna, la penisola e l'oltralpe. La distribuzione insediativa, per ragioni di sicurezza, controllo nonché difesa territoriale, tende a prediligere tre ambiti geografici caratterizzanti il territorio veneto: le isole portuali, site in prossimità di acque di laguna ed estuari, più internamente, dossi di fiumi e paludi; le alture pedemontane, in corrispondenza degli sbocchi delle vallate; le aree di passo, forca o sbarramento, nei punti di accesso viario ai monti.
Alla luce della dislocazione geografica, i centri di età preromana sono opportunamente ascritti nella classificazione elaborata da Franco Posocco[35]. Tra questi si distinguono gli insediamenti portuali di estuario (Altino, Padova, Odrzo, Treviso, Este, Adria); di terraferma, posti allo sbocco delle valli (Montebelluna, Verona, Vicenza, Asolo, Ceneda); gli insediamenti di passo e di altopiano (Belluno, Feltre, Quero, Pieve di Cadore) oltre ai molti siti distribuiti lungo la Val Policella, Val Cismon, Val Belluna. Così come configurata, la diffusione insediativa enuclea un modello di sviluppo di tipo policentrico piuttosto che centripeto, segnato al proprio interno da gerarchie che via via riconoscono il primato di taluni centri; tra questi Padova, Adria, Este, etc..

[35] Franco Posocco, *Atlante del Veneto: la forma degli insediamenti urbani*, a cura di, Venezia 1991, pp.11-30.

Ceneda di Vittorio Veneto (TV)

La romanizzazione di fatto non muta l'assetto del sistema insediativo delineatosi in epoca preromana. In area veneta, fatta eccezione per Concordia, Roma riprogetta infatti i nuclei preesistenti e reimposta la viabilità consolare sulle direttrici dei vecchi tracciati. Razionalizzato il disegno urbano e territoriale sulla scorta della maglia castrense, la trama policentrica degli insediamenti urbani di derivazione venetica è destinata in tal misura confermarsi. I mutamenti intercorsi nei secoli successivi entro la gerarchia dei centri, la decadenza e distruzione di taluni e la nascita di altri, pur introducendo modifiche di rilievo a livello puntuale non modificano di fatti l'assetto della struttura organizzativa venetica che confermata nei secoli, costituisce a tutt'oggi l'ossatura insediativa del Nord Est.
Il lungo intervallo intercorso tra caduta dell'Impero romano e l'incastellamento medievale, vede la nascita e il potenziamento delle aree lagunari, di pertinenza dell'impero bizantino, cui si correla la nascita e lo sviluppo dei centri lagunari di Chioggia, Caorle, Grado, Murano e Burano. È questa l'epoca della fondazione di Venezia, il cui impianto, unitamente a quello di Chioggia, testimonia l'elevato livello qualitativo dell'urbanistica bizantina capace di declinare lessico e metodologia progettuale in funzione della peculiarità ambientali dei siti. In terra ferma, soggetta alle incursioni barbariche cui segue la distruzione dei centri di Altino, Aquileia e Concordia nonché la decadenza di Adria e Oderzo, i regni franco-longobardi promuovono la nascita di nuove sedi ducali in luogo degli antichi *municipium.* E' il caso di Belluno , Feltre, Vicenza, Verona, Treviso, Asolo, insediati a controllo e rafforzamento dei passi alpini oltre che delle direttrici di penetrazione viaria dai Balcani e dalla aree danubiane.
Mirate al rafforzamento del controllo del territorio, le dinamiche insediative bizantine, così come quelle franco-longobarde, falliscono i propri obbiettivi strategici a fronte del progressivo declinare dei poteri centrali. Trascorsi i secoli delle incursioni barbariche, segnati spopolamento delle campagne e il sostanziale il ripiegamento delle città in se stesse, dal XI secolo il territorio veneto è interessato da un diffuso processo di incastellamento per mano degli stati liberi, comuni e signorie sorti nel Medioevo. Le città di terraferma vengono cinte da cerchie di mura, anche molteplici come nel caso di Verona, Treviso, Serravalle e Bassano. Contestualmente, i centri sede di contea, comune o principato, diffondono nel territorio castelli e città satellite: Verona fonda Villafranca, Treviso Castel Franco, Padova Cittadella.

Soave (VR)

Tali insediamenti, aggregati in sistemi, danno vita a micro unità territoriali, "statarelli" feudali, funzionali al controllo delle comunicazioni e alla colonizzazione feudale della campagna. La frammentazione politica della regione ed il correlato fenomeno di incastellamento, articolano l'assetto del territorio senza tuttavia annullarne le coordinate insediative, attestate sul tradizionale sistema policentrico. Nel proliferare dell'attività edilizia legata alle dinamiche in atto, il cantiere medievale specializza le competenze tecniche delle maestranze attive entro i singoli comuni, signorie e stati liberi. Ne consegue la messa a punto di tecniche e modalità costruttive specifiche diversi contesti territoriali; dalla marca veronese, alla contea caminese, carrarese ed estense. L'architettura medievale veneta assume in tal misura caratteri distintivi, peculiari ai diversi contesti territoriali, cui è necessario riferirsi trattando di caratteri costruttivi dell'edilizia storica e per esteso della cultura tecnica dell'epoca.
Relativamente all'assetto difensivo medievale che organizza e struttura le dinamiche territoriali, lo stesso perde rilevanza in età veneta. La Serenissima, già in possesso agli esordi del XV secolo di buona parte del Veneto, è infatti scarsamente interessata alla difesa militare e allo sviluppo della terraferma il cui apparato insediativo permane pressoché invariato. I drastici interventi intrapresi a scopo difensivo dalla Repubblica veneta nel primo Cinquecento rivestono di fatto un carattere contingente. Il pericolo corso nell'ambito della guerra di Cambrai (1509-1512) induce il governo veneto a smantellare le mura e i fossati dei centri prossimi alla laguna; cadono così le cinte murarie di Mestre, Piove di Sacco e Mirano mentre vengono bastionate le città di Treviso, Verona, Padova e Peschiera al fine di creare uno scacchiere strategico a presidio dello Stato veneto. Per quanto incisivi tali interventi non rispondono ad un piano di demolizione a vasta scala degli apparati difensivi urbani; integre, tra le altre, restano le mura di Marostica, Soave, Castefranco, Montagnana e Cittadella. Sul fronte insediativo si infittisce in età veneta la rete dei borghi rurali nelle zone di pianura e nelle valli montane mentre si consolidano i centri della Bassa e del Polesine. Peculiari, per contro, sono gli interventi a scala urbana. I centri principali si dotano infatti di loggia, torre dell'orologio e apparati per ostensione del leone marciano; emergenze architettoniche che distintamente articolate entro il tessuto storico, connotano a tutt'oggi il volto di molte città venete.
Caduta la Serenissima nel 1797, nell'Ottocento i centri storici sono via via interessati da trasformazioni *intra* ed extra *moenia:* le une legate all'inserimento entro il tessuto urbano di attrezzature pubbliche, conformemente al processo di modernizzazione e sviluppo del nuovo stato unitario; le altre sollecitate dall' incremento demografico e produttivo legato all'ascesa della borghesia industriale cui si correla la progressiva perdita delle mura dei centri urbani. Nel quadro delle dinamiche socio economiche in atto nel secondo Ottocento, mutano altresì talune tradizionali gerarchie urbane: Asolo, Adria, Lonigo declinano mentre emergono i poli di Montebelluna, Vittorio Veneto, Schio, Legnago etc..Marghera e Piovene Rocchette sorgono *ex novo* obbedendo alle

istanze della borghesia industriale; altri a celebrazione dello stato unitario: di età umbertina sono Ceneda e Serravalle. Per quanto incisivo, il proliferare dei centri ed il mutare delle gerarchie interne tra gli stessi non invalida il tradizionale modello di sviluppo policentrico che a tutt'oggi rappresenta l'ossatura del sistema insediativo della Regione Veneto.

6.2.2. La città e il sito: le città di laguna, fiume, lago, monte, passo e valico

Le molteplici forme di urbanizzazione attestate storicamente entro la complessa geografia del territorio veneto, consentono l'individuazione di tipologie urbane diversificate cui si correlano tradizioni costruttive peculiari a siti storicamente votati all'impiego di materiali di immediata reperibilità. Il riconoscimento della matrice storico ambientale dei diversi disegni urbani, in mutuo rapporto con la cultura tecnica costruttiva espressa dai singoli contesti geografici, appare essenziale per una idonea interpretazione degli interventi da operarsi a scala urbana ed edilizia.
Accogliendo la classificazione insediativa proposta da Franco Posocco, alla luce della specificità del contesto veneto si distinguono *città di laguna, fiume, lago, monte, passo e valico.*

Peculiarità degli antichi centri marittimi del Veneto, così come dell'Alto Adriatico, è l'edificazione sulla laguna piuttosto che sull'alto bordo del mare profondo. Arretrati rispetto alla linea del mare ed inseriti entro specchi d'acqua e reti di canali difficilmente accessibili, gli insediamenti marittimi trovano nell'ambiente naturale un'eccellente opportunità di difesa e tutela. La matrice acquea funge altresì da elemento generatore dell'organizzazione urbana: *insulae*, *canal grandi*, reti acquee minori si conformano organicamente alla configurazione dei luoghi garantendo coerenza formale e organicità strutturale agli impianti. La presenza del *canal grande,* congiunta all'aggregazione in *insula*e, per lo più aderenti alla sinuosità dei canali, rende le planimetrie di Torcello, Burano e Mazzorbo tipologicamente assimilabili a quelle, assai più articolate e compiute, di Venezia e Chioggia.

Chioggia (VE)

Se lo schema planimetrico di Venezia emerge per l'organicità dell'aggregazione delle *insulae* e dei sestrieri, oltre che per progressiva specializzazione funzionale delle aree di crescita che non mutano l'originario assetto deltizio; Chioggia si distingue per il rigore e la coerenza del l'impianto urbano che interpreta in chiave modulare l'organizzazione degli spazi interni, avvalendosi di uno schema a doppio pettine, centrato sulla ripresa del sistema canale/piazza. Alle forme di urbanizzazione lagunare fondate sull'aggregazione di insulae e compenetrazione di *canal grandi* si associa un'ulteriore modalità insediativa. Gli abitati di Pellestrina, San Pietro in Volta, Sottomarina e Caorle risultano infatti edificati in linea sul fronte marino, parte su dune parte su aree consolidate

artificialmente, tra la riva lagunare e la linea costiera. Lo sviluppo lineare esula dall'articolazione in *insulae,* assimilandone la strutturazione ai sistemi di terra ferma.
Gli insediamenti lagunari presentano caratteristiche peculiari sotto il profilo delle tecniche di fondazione; distinta rispetto ai siti distribuiti nelle restanti aree geografiche è altresì la provenienza dei materiali edilizi, in netta prevalenza di importazione. Quanto alla natura paludosa del terreno delle aree lagunari, questa richiede specifiche modalità di sottofondazione. Il tradizionale metodo di palificazione a consolidamento dei terreni umidi, già descritto da Vitruvio nel quinto libro e ripreso dallo Scamozzi nel suo trattato, è in linea orientativa riproposto a Venezia. Vi differisce il piano di fondazione: in calcestruzzo (soprastante la palificata) nella prassi romana, in pietra d'Istria in ambito veneziano. Peculiare quanto diffuso è l'impiego nell'architettura veneziana ma anche in altre città venete (Treviso….. vedi altre) della pietra d'Istria, cavata e trasportata da maestranze venete a partire dal Quattrocento.
Una matrice acquea spetta altresì agli insediamenti fluviali. La diffusa presenza di corsi d'acqua nell'entroterra veneto ha favorito nei secoli la diffusione di centri fluviali le cui modalità insediative hanno dato origine a molteplici tipologie urbane. Peculiare è l'insediamento su isola posta al centro dell'alveo: *la città d'isola fluviale*, con funzione di guado e destinazione insieme abitativa e portuale. Sebbene trasformazioni antropiche abbiano mutato l'assetto degli alvei originari, deviati o coperti nel corso dei secoli, tracce di una siffatta strutturazione sono riconoscibili negli antichi centri di Isola della Scala, Adria, Dolo, Valeggio sul Mincio, Portobuffalè. Si ha poi il caso di centri come Mestre, Mirano e Piove di Sacco, ubicati in prossimità della corrente, resi artificialmente insulari tramite la deviazione dei corsi d'acqua in direzione dei relativi fossati murari. Lo sviluppo insediativo entro il territorio circoscritto da un'ansa fluviale delinea un'ulteriore tipologia urbana. L'utilizzazione di andamenti d'ansa è riscontrabile negli impianti venetico - romani delle città di Padova e Verona; nei tracciati medievali di Belluno come negli antichi percorsi di Concordia Saggitaria e Motta di Livenza, a conferma della fortuna goduta nei secoli da tale forma insediativa. Una terza tipologia fluviale anch'essa ricorrente nel territorio veneto associa l'insediamento alla confluenza di un corso d'acqua con un suo affluente; tra le *città di confluenza* ritroviamo Vicenza, posta alla convergenza tra il Bacchiglione e il Retrone; Treviso, tra il Sile e il Cagnon; Portogruaro tra il Lemene e il Reghena. Una matrice acquea si ritrova anche a Oderzo, Bovolenta, Noale mentre tra gli innumerevoli insediamenti monolaterali, costruiti ovvero su un lato del corso d'acqua, si distinguono i centri di Castaldo e Cavarzere , a controllo del passo dell'Adige, Badia Polesine e Lendinara dell'Adigetto, Mestre e Noale del Marzenego. Anche Rovigo, pur a seguito delle sensibili trasformazioni del primitivo impianto alto medievale, conserva tracce dell'originaria matrice monolaterale; questa si riscontra al pari in molteplici strutture fortificate ove il guado dà origine ad una biforcazione, solitamente munita. Si tratta, tra gli altri, dei centri di Roncade sul Musestre, Zevio sull'Adige, Godego sul Muson etc. Non meno significativi sono gli insediamenti di sbarramento fluviale: Bassano del Grappa, Valeggio, Legnano, Peschiera le cui vicende storiche, non solo insediative, sono intrinsecamente legate al controllo strategico del fiume.
Se i corsi d'acqua svolgono un ruolo propulsore determinante sul fronte insediativo, non va dimenticato che vie fluviali principali (Pò, Adige, Piave) ma anche secondarie assumono una rilevanza essenziale non solo nel trasposto e relativa fruizione delle materie prime impiegate in edilizia (il legname è tradizionalmente affidato alla fluitazione lungo i corsi d'acqua, primo tra questi il Piave) ma anche nella produzione delle stesse. Le vie d'acqua originano infatti depositi argillosi di natura alluvionale, concentrati nel vicentino e nell'alto trevigiano tra Possagno e Lavaso, su cui poggia storicamente la produzione, diffusissima in veneto, dei laterizi. Quanto alla fruizione dei materiali impiegati in edilizia, le antiche città fluviali e le aree contermini fanno tradizionalmente uso dei materiali di immediata reperibilità o di facile approvvigionamento tramite le vie d'acqua. Relativamente alle pietre venete, l'uso della *Tracheite euganea,* della *Scaglia euganea* (impiegata anche nella derivazione delle calce) e delle *Pietre di Nanto e Costoza* si diffonde storicamente nell'area padov*ana* ; i *Tufi calcari di Avesa* e il *Rosso ammonitico della Valpolicella* a Verona; Vicenza fa tradizionalmente impiego dei *Calcari dei colli Berici*, del *Calcare di Chiampo* e del *Rosso della Valpolicella*; Belluno e Treviso delle *Pietre di Castellavazzo*.
Nell'ambito delle *città d'acqua*, uno spazio speciale spetta alle *città di lago*. Lungo la sponda orientale e meridionale del Garda, antica linea di difesa del fronte occidentale scaligero, si attesta la distribuzione degli centri storici di Malcesine, Torri del Benaco, Garda, Bardolino, Lazise, Peschiera e Valeggio la cui fondazione unitaria, rispondente al disegno coordinato della signoria scaligera, delinea storicamente un sistema insediativo integrato ove gli insediamenti conservano a tutt'oggi un carattere unitario comune sotto il profilo strutturale, formale ed ambientale (da verificare nello specifico caratteri costruttivi e ambientali).

Procedendo dall'area pedemontana in direzione e dei rilievi prealpini, si constata come la diffusione di vere e proprie *città di monte*, poste a presidio delle valli, risulti in Veneto sostanzialmente contenuta. Sotto tale profilo la regione si discosta dalla tradizione insediativa del nord est (Friuli Venezia Giulia) ma anche del centro sud ove le tipologie abitative sommitali sono largamente diffuse se non preponderanti. Nel ristretto quadro delle città fondate su alture, spiccano Feltre e Conegliano; caratteristici sono gli impianti di Montecchio Maggiore e Monselice che cingono fortilizi ubicati su rilievi. Maggiormente diffusi sono i centri che associano la presenza di fortificazioni poste su rilievi ai sottostanti abitati, secondo precise e controllate gerarchie spaziali, tra questi, Garda, Brendola, Quero. Abitati minori assimilabili alla tipologia di monte sono distribuiti nella Lessinia e ai bordi dell'altopiano di Asiago; nell'area si registra storicamente l'impiego di calcari cavati in zona, quali il Biancone e il Rosso Ammonitico. Più a nord, nel bellunese, sorgono altri insediamenti montani minori, tra questi Castellavazzo, dalle cui cave si estrae la pietra omonima, tradizionalmente impiegata nel bellunese ma anche nella restante parte del territorio.

6.3. Tecniche della tradizione costruttiva regionale

(a cura di Elena Azzolin)

6.3.1. Lo stato dell'arte della ricerca sulle tecniche costruttive tradizionali

La ricerca sull'architettura veneta in generale e sulle sue tecniche costruttive risulta essere di notevole estensione ed interesse, con una produzione bibliografica assai corposa, essendo stata oggetto di studio fin dalla trattatistica cinquecentesca.
Gli aspetti della conoscenza al riguardo sono però i più vari, spaziando dagli aspetti storici, agli aspetti tipologici e distributivi, strutturali, produttivi, etnografici; studi che solo in tempi più recenti si sono iniziati a dedicare in modo specifico ai materiali e alle tecniche costruttive tradizionali.
Lo stato dell'arte della ricerca manifesta questa eterogeneità, che rappresenta certamente una ricchezza conoscitiva da un lato, ma sconta necessariamente un'incompletezza e una mancanza di sistematicità nei confronti di un argomento - le tecniche costruttive tradizionali venete - di indubbio interesse e peculiarità, nei confronti del quale si sta manifestando un interesse via via crescente.
L'aspetto che risulta da subito evidente, a chiunque analizzi con metodo tale argomento, risulta essere quello dell'estrema lacunosità relativamente a certi ambiti di studio; mentre da un lato infatti si riscontrano studi approfonditi riguardo aree disciplinari e geografiche ben determinate, dall'altro alcuni settori scontano un ritardo notevole nel percorso di conoscenza.
Tale disomogeneità delle fonti viene rispecchiata apertamente nella presente trattazione, ove si possono riscontrare differenze nell'approfondimento di alcuni temi rispetto ad altri; tale sbilanciamento riflette quello della relativa bibliografia.
Verranno introdotte in seguito alcuni temi tra quelli maggiormente studiati ed analizzati.
Buona parte della bibliografia specifica viene assorbita dall'architettura veneziana, con studi completi su molteplici argomenti; si va infatti dagli studi sull'architettura maggiore a quella minore, numerosi studi sulle tipologie architettoniche e più di recente si è registrato un notevole sviluppo della conoscenza dei materiali e delle tecniche costruttive.
Un altro contesto che catalizza una buona quantità di studi specifici risulta essere quello dell'architettura delle aree rurali e montane, pur se con particolare riferimento agli aspetti tipologici e distributivi, più che ai sistemi costruttivi veri e propri.
Altro argomento trattato in modo corposo è quello delle ville venete, oggetto di catalogazione sistematica, con monografie su ville o contesti specifici. Tali studi sono caratterizzati in modo prevalente da un taglio storico.

Riguardo ai materiali e alle tecniche costruttive, esistono approfondimenti significativi, ma non ancora sistematici, sollecitati da particolari contesti o ambiti di ricerca:

- le ricerche su materiali e tecniche in ambito veneziano (queste sì tendono ormai ad una certa completezza), con studi specifici sugli intonaci, sulle murature, sulle strutture lignee;
- la produzione bellunese di legname e metalli, con i relativi sistemi di gestione e di trasporto lungo la via fluviale;
- il caso più completo di studio di un materiale a livello regionale è rappresentato dalla pietra, studiata estesamente dai luoghi di produzione, alle tecniche estrattive e costruttive, con particolare impulso da parte di centri di ricerca specifici, sia nell'ambito della ricerca universitaria, sia nell'ambito commerciale.

A fronte di questi indirizzi disciplinari va però sottolineato come si riscontri l'inesistenza di un coordinamento nella ricerca sulle tecniche costruttive, nonostante alcuni tentativi in questo senso portati avanti in ambito universitario (Istituto Universitario di Architettura di Venezia). I principali centri di ricerca esistenti a livello regionale sono:

- le università, che si avvalgono di un'ampia base di ricerca sul campo, necessaria per l'esigenza della sistematicità degli studi in questo settore, e della possibilità di coordinamento dei risultati; presso lo IUAV è presente il LAMA (Laboratorio Analisi Materiali Antichi);
- le attività di ricerca di docenti specifici dedicate alle tecniche costruttive, sia presso le Università di Venezia che di Padova;
- le attività del Co.Ri.La. (Consorzio Ricerche Lagunari), ente composto dai due atenei veneziani (Istituto Universitario di Architettura e Ca' Foscari) e dall'Università di Padova e dal CNR;

- le Soprintendenze ai beni architettonici e archeologici, attraverso le relative pubblicazioni;
- gli istituti di ricerca dedicati a temi specifici, come il Centro Internazionale di Studi "Andrea Palladio";
- in regione, molti centri di studio o musei di interesse locale sono dedicati ad argomenti specifici, ma strettamente pertinenti al tema della presente ricerca: un esempio fra tanti è costituito dal Museo della pietra e degli scalpellini a Castellavazzo, in provincia di Belluno.

6.3.2. La complessità del contesto veneto: una suddivisione per ambiti territoriali omogenei

Dal punto di vista geografico, il Veneto è costituito da un insieme di aree molto diversificate tra loro, dando origine a quello che si suole definire spazio policentrico, ed occupa una posizione di cerniera tra la grande area padana e i paesi dell'area centro-orientale e danubiana.
Il territorio è morfologicamente molto vario, con la presenza di pianura ma anche di estese zone montuose e, in minore misura, collinari. Complessivamente dunque la realtà ambientale del Veneto risulta essere molto complessa ed articolata, difficilmente sintetizzabile, al contrario di altre realtà nazionali ed europee più geograficamente omogenee.

Essendo l'architettura storica strettamente legata alla disponibilità delle risorse sul territorio, la caratteristica di eterogeneità morfologica del Veneto viene rispecchiata anche nelle costruzioni.
L'architettura tradizionale, sfruttando la disponibilità locale dei materiali, ha sviluppato di conseguenza delle soluzioni costruttive locali originali; il facile reperimento di un materiale, o la sua totale mancanza, hanno infatti sempre determinato le scelte costruttive.
In questo senso va interpretato l'utilizzo – e lo sviluppo di tecniche costruttive specifiche - del legno nella montagna bellunese, del laterizio nella pianura Padana, delle pietre nelle zone di cava pedemontane.
Se poi si incrociano questi dati, già di per sé forieri di ricchezza costruttiva, con le variegate caratteristiche non solo geografiche ma anche culturali del Veneto, si comprende appieno l'eterogeneità di un tale contesto.
Sebbene possano sembrare marginali in relazione alle tecniche costruttive, anche le influenze culturali sono state determinanti nel creare la varietà del contesto veneto. In questo senso non va trascurata l'influenza, nel sapere e nella tradizione costruttiva, esercitata dal dominio veneziano sulla terraferma, che ha esportato e declinato i propri modi compositivi e costruttivi in vaste aree del Veneto. E' in questo senso che può essere interpretata l'influenza dell'architettura veneziana su quella serravallese, a partire dal Cinquecento.

L'esistenza di ambiti territoriali a livello regionale non va però interpretata esclusivamente dal punto di vista del reperimento dei materiali, ma anche in relazione alle vie di comunicazione e trasporto. Questo dato rende ancor più complessa l'interpretazione degli ambiti territoriali omogenei, poiché l'esistenza di un'importante via commerciale determina l'uso delle materie prime.
Un esempio è offerto dall'utilizzo del legno, che veniva preferito nelle aree montane venete perché costituiva la principale risorsa, ma essendo reperito vicino ad un'importante via commerciale, ha influenzato le realizzazioni architettoniche lungo tutta questa via: così, i solai di conifere sono diffusamente realizzati anche nel Veneto meridionale.
Si propone di seguito una sintesi delle specificità ambientali regionali, consapevoli che l'architettura è un continuo intreccio fra scelte stilistiche, saperi costruttivi, esigenze di reperibilità dei materiali ed esigenze economiche, che danno esiti sempre originali, tanto più, quanto più ognuno di questi fattori è di per sé eterogeneo, come nel caso del Veneto.

L'area veneziana e lagunare

La città di Venezia rappresenta un caso unico dal punto di vista architettonico, non solo a livello regionale, e rispetto a diversi fattori.
La storia della città non può prescindere dal suo territorio, sia politicamente, sia dal punto di vista commerciale che culturale. Venezia ha infatti da sempre – fin da prima di assumere il controllo politico dei territori veneti - catalizzato su di sé l'utilizzo delle risorse economiche esistenti; in seguito ha anche assunto il loro controllo gestionale.
Le materie prime per l'attività edilizia sono quindi state ottenute attraverso i rapporti commerciali e politici nei confronti dei territori veneti, sebbene l'attività architettonica a Venezia si sia anche avvalsa – grazie alle sue potenzialità commerciali e per rispondere alle esigenze di rappresentanza – di molti materiali lapidei di importazione da tutta l'area mediterranea e oltre.

La peculiarità delle caratteristiche costruttive utilizzate a Venezia deriva inoltre da esigenze prettamente tecniche, che hanno determinato lo sviluppo di tecniche costruttive specifiche, per rispondere all' elasticità delle strutture, dettata dalle qualità dei terreni di fondazione.
Si cita ad esempio l'abitudine ad ammorsare debolmente le murature in laterizio di spina a quelle perimetrali, per non creare sistemi eccessivamente rigidi in relazione al terreno: consuetudine sperimentata in laguna ed esportata in terraferma.

La pianura
Le aree pianeggianti sono state caratterizzate da una maggiore eterogeneità delle caratteristiche costruttive, rispetto ad altre zone in cui l'accesso alle materie prime era più difficoltoso.
La pianura stessa incentrava la sua produzione di materiali per l'edilizia sulla disponibilità di calce e laterizi, ad uso sia delle stesse aree, sia per l'attività veneziana.
L'accesso alle materie prime era però influenzato anche dalla possibilità – molto maggiore che nelle aree montane e a Venezia – di trasporto dei materiali. Le vie fluviali determinavano infatti la capacità di esportare materiali – spesso verso le grandi città - ma anche di reperire i materiali lapidei dalle zone collinari.
Le caratteristiche costruttive si presentano quindi come più variegate, magari ancora strettamente influenzate dalle produzioni locali nei contesti rurali, ma con maggiori possibilità di scelta nei più ricchi contesti urbani.

Le aree pedemontane
Tutta l'area pedemontana veneta, dal Bellunese, al Trevigiano e Vicentino, fino ai territori veronesi, ha visto il costruire in pietra come tratto distintivo della sua produzione edilizia; questo per l'intensa attività estrattiva esercitata in tutta l'area, che vedeva la produzione di molti litotipi, spesso dalle versatili caratteristiche tecniche.
La ridotta disponibilità di altre materie prime ha determinato la concezione di elementi costruttivi interamente realizzati in pietra, diventando in alcuni casi (si veda ad esempio la Lessinia), aspetto specifico non solo della produzione architettonica, ma del paesaggio stesso.

Le aree montane
Il costruire nella montagna veneta ha manifestato l'esigenza peculiare costituita dalla difficoltà di reperimento di alcune materie prime, che ha determinato lo sviluppo esclusivo di tecniche legate all'uso di materiali locali facilmente disponibili, quali il legno e la pietra.[36]
L'uso del legno è stato pressoché esclusivo per l'architettura minore, limitato solamente a partire dall'Ottocento, con le norme relative al "Rifabbrico", che imposero un maggiore uso della pietra, nel tentativo di contenere gli incendi.
In ogni costruzione si riscontra sempre un affiancamento dei due materiali, dove l'uso della pietra può essere limitato alla parte basamentale delle fabbriche, oppure estendersi ai livelli superiori, ma sempre associato ad elementi lignei, quali i sistemi di scale e ballatoi esterni, oppure gli spigoli dei fori architettonici.
Allo stesso modo si riscontrano le due opzioni legno-pietra, per molti altri elementi costruttivi: le scale interne, realizzate in pietra al primo livello e in legno ai livelli superiori; le pavimentazioni, in lastre di pietra, o ciottoli, o terra battuta al livello terreno, col solo assito in legno ai livelli superiori; i manti di copertura, realizzati in scandole di legno, oppure in lastre di pietra nelle zone ventose.

[36] Edoardo Gellner, *Architettura rurale nelle Dolomiti venete*, Cortina D'Ampezzo 1988.

6.4. I materiali costitutivi dell'edilizia storica regionale e locale

(a cura di Elena Azzolin)

6.4.1. Approvvigionamento e impiego delle materie prime

La realizzazione delle architetture in epoca preindustriale, protrattasi molto in quest'area regionale, è stata caratterizzata dall'uso di materie prime di approvvigionamento locale.
Il contesto veneto, da questo punto di vista, presenta delle caratteristiche molto peculiari. La produzione di metalli e di legno era infatti quasi esclusivamente soddisfatta dalle regioni della montagna bellunese. Per gli altri materiali si riconosceva invece una produzione maggiormente estesa all'interno della regione; le calci e i laterizi erano diffusamente prodotti in tutte le aree della pianura, benché in centri di produzione di estensione limitata; i materiali lapidei venivano invece cavati, più o meno estesamente, in tutte le aree collinari e montane.
La distribuzione dei materiali da costruzione nel Veneto si è avvalsa però ampiamente delle vie fluviali, che ne hanno permesso il trasporto anche a grande distanza: tale caratteristica è valsa principalmente per l'approvvigionamento del legno e dei metalli, ma anche per quello dei materiali lapidei, nei grandi centri urbani.
E' questo il caso di Venezia, che ha avuto l'esigenza di importare interamente le materie prime, ma anche di tutte le altri maggiori città del Veneto.
La disponibilità dei materiali ha influenzato lo sviluppo di tecniche costruttive specifiche, al fine di sfruttare al meglio le caratteristiche dei materiali stessi.
Di seguito vengono esaminate sistematicamente le categorie di materiali, per le quali vengono definite in dettaglio le caratteristiche del loro approvvigionamento e dell'impiego.

6.4.1.1. Pietre

Caratteristiche del contesto veneto[37]

In ogni contesto geografico, e quindi non diversamente nel Veneto, è sempre stato diffuso l'uso di pietre locali, per evidenti motivi legati alla facilità e alla conseguente economicità dell'approvvigionamento. Tale esigenza induceva ad utilizzare, in particolare per l'architettura minore, materiali talvolta anche non ottimali per le loro caratteristiche tecniche, ma di facile reperibilità.
L'eterogeneità del nostro contesto regionale presenta però alcune eccezioni.
In primo luogo si consideri l'esistenza di città delle quali si intendeva affermare il potere politico e commerciale, attraverso l'impiego di pietre importate, che rappresentavano palesemente la disponibilità di ricchezza nell'edificazione delle maggiori fabbriche.
Inoltre è da considerare come in alcune epoche storiche (dal Medioevo al Rinascimento), l'importazione di pietre specifiche avesse un valore non solo di rappresentatività economica, ma anche di forte simbologia legata all'uso di certi litotipi, non sostituibili quindi con nessun altro.
A Venezia in particolare, si riscontrano parallelamente delle giustificazioni prettamente tecniche che determinano l'uso di certi materiali e tecniche costruttive; è il caso della diffusione della pietra d'Istria, che veniva scelta specificamente per la sua caratteristica di ridottissima porosità.
L'architettura lagunare rappresenta comunque un caso unico, fra i numerosi altri motivi, anche per la peculiarità dell'approvvigionamento dei materiali da costruzione, che non prevedeva alcuna produzione locale, ma la totale importazione di qualunque materiale da costruzione.
I casi citati sono comunque situazioni limite, a fianco delle quali si riconosce la diffusione maggiore di alcune pietre, che superano il contesto locale - comportando quindi maggiori costi per l'approvvigionamento - per qualche caratteristica che le rende particolarmente adatte a certi usi.
E' l'esempio della trachite euganea, utilizzata in loco anche per l'edificazione di murature, ma conosciuta come materiale per la realizzazione di pavimentazioni stradali ben al di fuori del contesto euganeo e padovano. Lo stesso fenomeno si riscontra, benché in misura minore, per la pietra di Castellavazzo, che occasionalmente veniva usata in contesti lontani (ad esempio per il Duomo di Treviso).

Le pietre venete

Si citano di seguito le principali pietre di produzione ed uso veneto.[38]

---

[37] Mario Dalla Costa, Cesare Feiffer, *Le pietre nell'architettura veneta e di Venezia*, Venezia 1981.

Il *Rosso ammonitico veronese*, estratto abbondantemente in Valpolicella, ha rappresentato un materiale significativo per il costruire tradizionale nell'area veronese, ma anche oltre, nell'intera regione.
Ancora nelle zone collinari veronesi, venivano cavati i *tufi calcarei di Avesa* e la *pietra Gallina*.
La *Trachite euganea*, cavata in area euganea, ha incontrato un'ampia diffusione nell'utilizzo dell'intera regione.
La *Pietra di Vicenza*, con le cave situate nel basso Vicentino, nella zona berica, ha conosciuto un utilizzo ampio, ma esclusivamente locale, insieme all'altro calcare tenero dell'area, la *Pietra di Nanto* e di *Costoza*.
I calcari nodulari dell'area pedemontana, come il *Biancone*, cavato dal Monte Grappa, all'Altopiano di Asiago, alla Lessinia e al Monte Baldo, e il *Rosso ammonitico* dell'Altopiano di Asiago, con ampio utilizzo, molto diffusi nel contesto locale, ma anche a livello regionale per pavimentazioni.
La *Scaglia veneta*, importantissima per l'enorme diffusione e per l'aver caratterizzato fortemente l'aspetto dell'architettura e più in generale del territorio di intere aree pedemontane. E' un calcare marnoso nodulare, con varietà di colore dal bianco, al rosa al rosso, cavato nelle zone collinari vicentina, bellunese, trevisana e in particolare dell'Alto Veronese, in Lessinia; di facile estrazione perché affiorante e diffusa, veniva lavorata direttamente a livello familiare e in relazione alle immediate esigenze locali, grazie anche alla caratteristica di sfaldarsi facilmente lungo i piani di sedimentazione.
Allo stesso modo, ma con minore estensione, la *Scaglia euganea* e berica hanno caratterizzato l'architettura locale.
L'*Arenaria* risulta presente in vari tipi, diffusi nell'intera regione fin dal Medioevo, in particolare nelle zone pedemontane dal Vicentino al Trevigiano, ma anche fino all'area bellunese.
Fra le pietre usate diffusamente, non per la qualità delle caratteristiche tecniche, ma per la facilità di reperimento, è la *Dolomia*, pietra caratterizzante, a fianco del legno, tutta l'architettura del Cadore.
La *Pietra di Castellavazzo*, dell'omonimo paese del bellunese.
La *Pietra d'Istria*, che pur non essendo di produzione regionale, ha significativamente caratterizzato l'architettura veneziana, in particolare, e veneta in generale.

Una rilettura sull'uso delle pietre venete può essere fatta attraverso l'analisi dei litotipi caratterizzanti le architetture delle principali città[39]; quest'analisi è significativa in quanto le città costituivano i principali luoghi di richiesta di materiali lapidei e ne condizionavano la produzione, non solo a livello locale.
La città di Padova si avvaleva del facile approvvigionamento attraverso le vie d'acqua, pertanto poteva reperire la trachite euganea sui Colli Euganei e le pietre tenere di Nanto e Costoza sui Colli Berici, nonché il Rosso della Valpolicella sulle zone prealpine.
Belluno vedeva come principale litotipo utilizzato la pietra di Castellavazzo, per la vicinanza e l'entità delle cave.
A Treviso era soprattutto utilizzata la pietra d'Istria, oltre ai calcari delle Prealpi bellunesi, in particolare la pietra di Castellavazzo.
L'architettura veronese è stata caratterizzata dall'uso dei tufi di Avesa e del marmo rosso della Valpolicella, presenti fin dal Medioevo e nel Rinascimento, anche per la vicinanza delle cave.
A Vicenza sono stati utilizzati diffusamente, già dal Medioevo, dei calcari di approvvigionamento locale, quali i calcari teneri dei Colli Berici e di Chiampo, oltre al marmo rosso della Valpolicella.
Nel considerare la città di Vicenza, non si può prescindere dal citare le architetture palladiane che, pur uscendo dal contesto dell'architettura minore, caratterizzano nettamente l'architettura urbana; per le sue realizzazioni, il Palladio preferisce il calcare compatto di Piovene, sebbene costoso per le difficili condizioni dell'estrazione e del trasporto.

L'apporto dei trattatisti

Raramente nei trattati si riscontrano riferimenti specifici a pietre venete, se non occasionali, ma piuttosto considerazioni sulle loro modalità d'uso.
Scamozzi[40] è l'unico trattatista a soffermarsi sulle pietre locali, fornendo quindi uno strumento utile per la conoscenza delle cave in uso in epoca storica e per le modalità di selezione e di lavorazione dei vari litotipi.

---

[38] Per la redazione dei paragrafi riguardanti la pietra ci si è avvalsi in particolare del testo: Giorgio Baroni, Fabio Zecchin, *Le pietre nelle architetture minori del Veneto*, Padova 1995.
[39] Francesco Rodolico, *Le pietre delle città d'Italia*, Le Monnier, Firenze 1953.
[40] Vincenzo Scamozzi, *Dell'Idea dell'Architettura Universale*, Venezia 1615.

Il metodo di analisi dello Scamozzi comprende dei riferimenti a pietre specifiche, classificate in base al loro uso appropriato, sia dal punto di vista dell'approvvigionamento ed impiego, sia in relazione alle caratteristiche della fabbrica e dell'elemento costruttivo da realizzare; classifica quindi le pietre da murare, le pietre da calcina e le pietre trattabili.
Le pietre citate dallo Scamozzi comprendono molte di quelle tuttora cavate nella fascia pedemontana dal veronese al trevisano, mentre vengono sistematicamente escluse le cave minori, localizzate in zone montane o comunque meno accessibili.
Benché si renda necessario valutare la corrispondenza fra le denominazioni attuali e antiche, a volte diverse, si riconoscono nella trattazione il biancone, la trachite euganea, la scaglia e i calcari teneri del vicentino, nonché la pietra d'Istria.

Le pietre del contesto serravallese
Vengono di seguito presentate le principali pietre utilizzate a Vittorio Veneto, con una descrizione delle tecniche costruttive ad esse legate.[41]

La Pietra dolzha[42]
E' la tipica pietra da costruzione usata diffusamente dal Medioevo in tutta l'area collinare e pianeggiante fra Vittorio Veneto e Conegliano; ha trovato largo impiego nell'edilizia rurale e urbana e talora nell'architettura maggiore, a sud dell'Alpago e in tutto l'Alto Trevigiano, in particolare a Conegliano e Vittorio Veneto; viene utilizzata ad esempio nella torre di San Floriano nel sistema difensivo di Serravalle.
Si tratta di un calcare arenaceo tenero, grossolano e molto poroso, di colore bianco giallastro, costituito da clasti sabbiosi in un cemento calcareo.
Le cave sono localizzate sul Cansiglio, in località Costa di Fregona, in provincia di Treviso, a nord-est di Vittorio Veneto; la *pietra dolzha* non viene più estratta, ma una pietra simile, detta "schievenin" è attualmente cavata a Quero.
La pietra veniva sbozzata in cava e rifinita nelle località di impiego, segata a mano per la bassa resistenza meccanica; il basso costo di approvvigionamento e la facile lavorabilità ne hanno assecondato l'ampio uso, nonostante le scadenti caratteristiche di resistenza nel tempo agli agenti atmosferici.
Se ne riscontrano ampie modalità d'uso, dagli elementi strutturali a quelli decorativi. Frequentemente veniva utilizzata a secco (l'elevata porosità della pietra impedisce la presa della malta poiché ne assorbe l'acqua); spesso impiegata in murature a secco, di solito insieme a bianconi locali, in blocchi regolari con gli angoli rinforzati da blocchi squadrati e di maggiori dimensioni; in architravi, con trave lignea sovrastante per la fragilità a flessione; per stipiti, davanzali, ghiere d'arco, mensole e terrazzi, pilastri e colonne con carico modesto, elementi ornamentali.
La lavorazione di finitura tipica di stipiti e architravi è la bocciardatura con bordo a scalpello; sui pilastri si riscontrano invee l'uso della subbia medio-piccola e della gradina; a volte si incontrano superfici rifinite a raspa per finiture liscie, ferro piatto, trapano a corda.

[41] Antonio Della Libera, *Il linguaggio delle pietre: vicende geologiche del territorio trevigiano*, De Bastiani Editore, Vittorio Veneto 2004.
[42] Giorgio Baroni, Fabio Zecchin, *Le pietre nelle architetture minori del Veneto*, Padova 1995.

Sistema di aperture in muratura di pietra dolzha.
(Baroni G., Zecchin F.)

La Pietra di Castellavazzo[43]
L'ampia diffusione della pietra di Castellavazzo (BL) è certamente stata determinata dalla vantaggiosa posizione geografica delle sue cave, poste lungo la strada di Alemagna e lungo il Piave, vie storiche privilegiate di trasporto per il legname e la pietra. Oltre alla ricchezza e bellezza delle varietà cromatiche, le sue ampie caratteristiche di lavorabilità, dalla lucidatura all'uso sbozzato o in lastre, ne hanno ulteriormente assecondato la diffusione e la varietà nelle possibilità costruttive.
Il materiale veniva generalmente lavorato a Castellavazzo, anche grazie alla presenza di una grande tradizione di scalpellini, per la loro maestria richiesti in tutta Europa. Tale pietra è ampiamente diffusa in tutto il Bellunese, ma se ne roscontra un uso esteso verso sud in tutta la valle del Piave, con un'estensione non solo geografica, ma anche cronologica.
La pietra di Castellavazzo si presenta in due varietà: rossa scura e grigio-verdognola; simili per le caratteristiche tecniche, vengono solo distinte dalla presenza di ematite oppure di grafite, che ne determinano la colorazione. Si tratta di una roccia calcarea ammonitica a tessitura fine e struttura nodulare.
La varietà grigia veniva utilizzata principalmente per la realizzazione di murature, pavimentazioni, manti di copertura, scalini, stipiti, balaustre, ma anche per elementi decorativi; la varietà rossa era usata soprattutto per gli elementi decorativi, colonne, capitelli, pavimentazioni, ma anticamente anche per murature a vista, come inserimento di corsi o conci rossi alternati a pietra bianca.

6.4.1.2. Laterizi

Il laterizio, prodotto già alcuni millenni avanti Cristo, risulta presente in regione dal basso medioevo, dove inizia a sostituire sistematicamente le costruzioni in legno, con una produzione particolarmente incentrata sul mattone e sui manti di copertura.
Il laterizio è stato utilizzato nel Veneto come alternativa povera al materiale lapideo, ma anche come alternativa di costruzione più leggera rispetto a questo, soprattutto quando associata al legno.
Nelle zone pedemontane e di pianura, dove non c'era facilità di reperimento della pietra, si preferiva il laterizio, anche perché le risorse naturali assecondavano quest'uso. Moltissime infatti erano le fornaci per laterizi presenti in quest'area geografica: fortemente caratterizzate da caratteristiche artigianali, sorgevano in corrispondenza dei luoghi di reperimento delle materie prime e comunque sempre vicino alle vie di trasporto, che nel caso specifico erano rappresentate dalle vie fluviali.

[43] Adriano Alpago-Novello, *Castellavazzo. Un paese di pietra, la pietra di un paese*, Vicenza 1997.

Anche i luoghi di richiesta erano determinanti, infatti molte fornaci sorsero nell'immediato entroterra veneziano.
Le vie fluviali erano anche alla base del sistema di risorse delle materie prime, avendo originato i depositi argillosi di natura alluvionale (il Po, l'Adige, l'area fra Bacchiglione e Piave). In particolare la produzione si concentrava, (anche per la qualità delle materie prime, che permetteva la fabbricazione di una vasta gamma di prodotti), presso il polo estrattivo delle argille alluvionali di Isola Vicentina. Altro luogo significativo di sfruttamento delle risorse locali era costituito dal polo estrattivo delle marne di Cavaso e Possagno. Questi luoghi sono caratterizzati dalla ricchezza di materiale estraibile e dall'ottima plasticità delle argille.
Molte decine di impianti di cottura erano dislocati ad esempio, in epoca preindustriale, solo in queste aree della provincia di Treviso, e rappresentavano fornaci destinate sia alla produzione di calci che di laterizi. Molto significativo è infatti stato l'uso del laterizio nell'architettura trevigiana.
L'esistenza di diffuse risorse di facile reperibilità favorì la propagazione dell'attività produttiva anche in numerose altre zone di sfruttamento, disseminate nella regione. Gli impianti per la cottura e la lavorazione dei laterizi si localizzarono in particolare nelle aree della bassa pianura veneta: nella provincia di Venezia, nell'area compresa fra il Bacchiglione e il Tergola, in Polesine, nella bassa valle dell'Adige fra le provincie di Verona e Rovigo.[44]
Questi siti, non paragonabili come dimensioni ai due sopra citati, rappresentavano luoghi di produzione di limitate potenzialità e quindi di utilizzo prettamente locale, ma ben descrivono le caratteristiche della produzione regionale, che a fianco dei grossi siti, che in seguito si svilupperanno con caratteristiche industriali, presentava una produzione minima ma estremamente diffusa sul territorio.
La produzione era ovviamente anche legata alla forte domanda produttiva costituita dai principali centri urbani della pianura, che orientarono, insieme agli altri fattori, la localizzazione dei luoghi di produzione; ancora una volta è esemplare il caso della città di Venezia, che non potendo rispondere alle proprie esigenze produttive nel territorio limitrofo, ma costituendo un forte nucleo di richiesta di laterizi, aveva determinato la nascita dei suddetti impianti in tutte le aree in prossimità della laguna. In questo senso le foci dei fiumi erano infatti luogo ideale per lo sfruttamento delle risorse, essendo le principali cave di argilla e il punto di arrivo del legname necessario per la cottura.
La prima unificazione della produzione dei laterizi, in particolare di tegole e mattoni, avviene in regione a partire dal XIII secolo; prima, ad esempio a Venezia, dove è documentato, esistevano parallelamente mattoni di piccole dimensioni detti altinelle, a fianco del mattone mediavale, caratterizzato dalle grosse dimensioni.
Nei secoli le dimensioni del mattone tendono via via a diminuire.

6.4.1.3. Calci e malte

A livello regionale, la produzione della calce è legata a quella dei laterizi, poiché - come si è visto nel precedente paragrafo - spesso i forni e i centri di lavorazione erano misti.
I luoghi di produzione vedevano l'esistenza di pochi grandi centri, affiancati da numerosissime fornaci di potenzialità minima. Fra i grandi centri, importantissime erano le cave di argilla di Cavaso e Possagno, nell'Alto Trevigiano, già citate per la produzione dei laterizi.
Le fornaci da calce erano comunque diffuse in tutto il territorio, essendo la produzione prettamente artigianale e quindi legata alla richiesta locale; numerosissime però risultavano in pianura, benché di non grande importanza ed entità, le cave a fossa di argille, ghiaie, sabbie.
Nelle aree pedemontane e montane, invece, dove la disponibilità di materie prime per la produzione della calce era ridotta, spesso questa veniva confezionata utilizzando i materiali lapidei localmente disponibili, ad hoc per ogni singolo cantiere; ne derivava quindi, in quelle aree, un uso molto limitato e lo sviluppo di tecniche costruttive che compensassero, con altre qualità tecniche, la scarsità di malte; questo avveniva, ad esempio, nella realizzazione delle murature in pietra, ove si poneva particolare cura nelle superfici della tessitura muraria e nelle connessioni interne.
Data la frammentazione dei siti di produzione, sia di leganti che di inerti, la realizzazione di malte risulta essere molto variegata.
Fra le calci che hanno conosciuto maggiore diffusione, si ricordano la calce aerea ottenuta dai ciottoli del Piave e la calce nera di Monselice, preferita per il fatto di presentare caratteristiche simili alla pozzolana, tanto da venire usata per il confezionamento di malte da applicare come intonaci a contatto con le murature impregnate di umidità.

---

[44] Gianna Riva, *Impianti e tecnologie per la produzione dei materiali edilizi*, in Franco Mancuso (a cura di) *Archeologia industriale nel Veneto*, Milano 1990.

Nel padovano e a Venezia era molto utilizzata la calce ottenuta dalla Scaglia euganea, nota non solo per le sue ottime caratteristiche fisiche, già ricordate dallo Scamozzi, ma anche per la facilità del trasporto via acqua.
Come inerti veniva utilizzata in misura minore la sabbia di campo, ma soprattutto la sabbia di fiume, come quella del Brenta, dove la via fluviale rappresentava sia il luogo di approvvigionamento che di trasporto.
Diffusissime in regione sono state le malte di cocciopesto, che utilizzavano i residui della frammentazione di laterizi usati, sia come polvere che come frammenti; per la macinazione venivano preferiti i coppi, più puri perché dilavati.
Benché il cocciopesto fosse usato già in epoca romana, assume nel Veneto un'importanza fondamentale, per l'ottimo adattamento agli ambienti umidi: permette infatti l'ottenimento di una malta dalle caratteristiche idrauliche, anche in assenza di pozzolana o di calci idrauliche naturali.
Fino alla fine dell'Ottocento, la produzione di leganti nel Veneto rimane legata a caratteristiche di artigianalità, con notevole ritardo rispetto ad altre aree europee.
Il sito di Serravalle va segnalato come luogo di principale importanza, per la sua entità e per essere stato il primo a livello regionale nella produzione di leganti idraulici, produzione che si diffonde nel Veneto solo a partire dalla seconda metà dell'Ottocento. Altri siti che si svilupparono in questo senso erano localizzati presso i Colli Euganei e i Berici.
Inizialmente il sito di Serravalle nasce esclusivamente per la produzione di leganti idraulici naturali, ma si sviluppa in seguito con caratteristiche industriali e orienta la sua produzione sui leganti artificiali.
A Serravalle infatti esistevano le condizioni per un'evoluzione in questo senso: l'esistenza di notevoli banchi di calcari marnosi affioranti in superficie, di composizione idonea alla produzione di leganti naturali, ovvero la facile e abbondante estraibilità della Scaglia rossa e del Biancone; lo stabilimento sorse appena al di sotto delle due cave.

6.4.1.4. Legno

La produzione e distribuzione del legname nel caso del Veneto è significativamente condizionata dall'esistenza dell'arteria commerciale costituita dal fiume Piave, che collegava la principale area di approvvigionamento - l'area montana bellunese, in particolare il Cadore e il Cansiglio - con la principale area di consumo, rappresentata da Venezia e dalla pianura; la distribuzione avveniva, fino all'Ottocento, attraversando longitudinalmente la regione, con la fluitazione del legname lungo il Piave.[45]
A livello regionale, si possono riconoscere molti tratti in comune fra l'approvvigionamento del legname e quello dei metalli: il Bellunese è infatti la zona di produzione privilegiata di entrambi, sia per l'edilizia che per i cantieri navali.
Dal 1420 Venezia si garantisce, infatti, la fornitura di legname e metalli attraverso la dominazione del Cadore, anche se già dai secoli precedenti esistevano importanti rapporti commerciali fra queste aree; Venezia procede, mediante una politica a lungo termine, al governo e alla gestione dei boschi, mettendo a punto dei metodi per garantirsi la continuità delle risorse boschive.
Nelle zone di produzione, ed anche scendendo lungo la vallata del Piave, si concentrano numerose segherie. Il legname trasportato poteva essere semplicemente costituito da tronchi tagliati in dimensioni stabilite, oppure da elementi semilavorati o lavorati.
A livello regionale, si possono distinguere aree di produzione diverse a seconda delle essenze.
Nella pianura veneta era diffusa la coltivazione della farnia, mentre il rovere veniva reperito nei rilievi collinari: i Colli Euganei e i Berici, l'Asolano, il Montello e il Feltrino. In misura minore veniva utilizzato il faggio, reperito sulle Prealpi bellunesi.
Circa la metà del legname prodotto nel Veneto era però tradizionalmente costituito da conifere: in particolare l'abete rosso e il larice, reperiti appunto nell'alto Bellunese.
Ripercorriamo le principali essenze prodotte nel Veneto, in relazione all'uso più adeguato come materiale da costruzioni edili.
Il larice veniva utilizzato per la durevolezza e la buona resistenza meccanica; è stato usato molto diffusamente, per le palificate delle sottofondazioni veneziane, per i serramenti, per rivestimenti in generale, per manti di copertura (le scandole). Le principali aree di reperimento erano l'Agordino, lo Zoldano e l'Ampezzano.

---

[45] Giovanni Caniato, Michela Dal Borgo (a cura di), *Dai monti alla laguna. Produzione artigianale e artistica del bellunese per la cantieristica veneziana*, Venezia 1988.

L'abete rosso era il più richiesto sia per le costruzioni che per la falegameria; le buone caratteristiche meccaniche e di lavorabilità ne permettono infatti un uso molto vario. Veniva storicamente reperito in Comelico, nella Valle dell'Ansiei e del Cordevole.
Il faggio, prodotto in grande quantità sul Cansiglio, era però poco usato per l'edilizia, se non per la realizzazione di arredi.
L'abete bianco, benché meno pregiato dell'abete rosso (al quale è mescolato come aree di produzione), veniva usato in alternativa a questo, per le caratteristiche di elasticità in relazione al basso peso; l'uso principale era per la realizzazione di tavolati e morali di varie dimensioni.
Il rovere e la farnia, coltivati in area pedemontana, vennero utilizzati per usi strutturali (in particolare per travature, anche di grandi luci), pavimenti e rivestimenti; questo per le caratteristiche di durevolezza e per l'alto peso specifico, nonché per la resistenza all'alternanza di secco e umido.
Nel Veneto, in seguito all'ampliamento dei possessi in terraferma della Repubblica Veneta, il rovere venne destinato solo alla produzione per la cantieristica navale.

6.4.1.5. Metalli

A livello regionale, le aree legate all'attività estrattiva e metallurgica sono poche, ma hanno costituito un'importanza fondamentale per il Veneto, pur non potendo essere considerate in assoluto dei grandi centri minerari,paragonabili a quelli di altre zone europee.
Le aree interessate dall'attività metallurgica erano concentrate nell'Alto Vicentino, da Recoaro a Piovene Rocchette, ma soprattutto nelle zone del Bellunese.
Nelle fonti veneziane, infatti, viene citato già dal XIII secolo il ferro proveniente dal Bellunese, in particolare nelle aree dello Zoldano, dell'Agordino e del Cadore, che veniva trasportato verso sud tramite la via fluviale del Piave. I siti minerari in quest'area geografica ebbero un'ampia diffusione (aree del Fursil, di Vallalta e della Valle Imperina) e un significato fondamentale per la povera economia locale.
Parallelamente all'attività estrattiva, si sviluppò in queste aree l'attività metallurgica, come dimostrano le fonti veneziane che sempre dal XIII secolo indicano l'esistenza nel Bellunese di molteplici forni fusori; l'affiancare l'attività di approvvigionamento con quella relativa alla lavorazione di un materiale, rappresenta peraltro un dato costante in epoca pre-industriale.
La lavorazione del ferro si articolava nella produzione di ghisa, di acciaio e di ferro dolce. Una parte del ferro veniva poi ulteriormente lavorata localmente, (ove era particolarmente significativa la produzione di chiodi), mentre il resto veniva smerciatoin particolare nelle città di Treviso, Padova, Vicenza, Vittorio Veneto e Conegliano.
La gestione delle concessioni per l'estrazione e la lavorazione dei metalli era anche in questo caso gestita da Venezia, a partire dal Quattrocento, che ne controlla la produzione non solo per l'attività edilizia, ma anche per la produzione artistica e soprattutto per la cantieristica navale: nel Bellunese erano infatti localizzate anche miniere di piombo e argento.
Dalle zone di vendita dei metalli lavorati, si procedeva anche al recupero di ferro vecchio, che veniva riportato nel Bellunese per essere rilavorato.
Dopo il declino della metallurgia montana, sono invece le fucine di pianura, che già esistevano, ovviamente slegate dall'attività mineraria ma concentrate sul riuso di ferro vecchio, a sopravvivere ed anzi a conoscere un crescente sviluppo.

6.4.1.6. Elementi trasparenti

Gli elementi trasparenti rispondono ad uno dei requisiti richiesti ad un serramento, ovvero quello di proteggere gli spazi d'abitazione dagli elementi atmosferici, senza oscurarli.
Fino al Cinquecento, con l'eccezione di Venezia, le protezioni trasparenti sono ottenute attraverso gli elementi "ad impannata"[46], che potevano essere realizzati attraverso delle tele o della cartapecora, rese impermeabili con trementina, olio di lino o altro.
L'uso di elementi trasparenti realizzati in vetro si diffonde solo a partire dal Trecento a Venezia, con un'estensione molto più tarda nel resto della regione.
Inizialmente il vetro è utilizzato in piccoli elementi circolari, detti "rulli", legati insieme da profili in piombo (vedi paragrafo 5.3.3.8); il vetro in lastre diventa una soluzione economicamente vantaggiosa solo alcuni secoli più tardi.

---

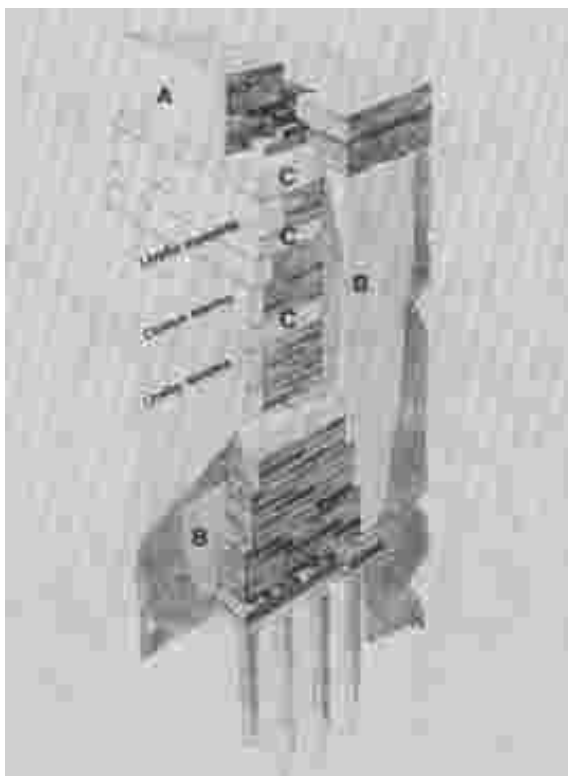
[46] Francesco Doglioni, *La costruzione del progetto di restauro. Lezioni del Corso di Restauro architettonico "B" – A.A. 1991-1992. I Parte / Caratteri del costruire in area veneta*, Trieste 1992.

6.5. Repertorio delle tecniche costruttive regionali e locali

(a cura di Elena Azzolin)

6.5.1. Strutture verticali e di fondazione

6.5.1.1. Fondazioni

In ambito regionale, Venezia rappresenta anche in questo tema un caso particolare, per le caratteristiche assolutamente peculiari del terreno di fondazione. Caratteristica costruttiva veneziana è infatti la preliminare costipazione del suolo, attraverso l'infissione a percussione, e fino a rifiuto, di tronchi molto ravvicinati, per realizzare un piano di sottofondazione adatto ad accogliere la successiva costruzione, denominato palificata. Infatti il terreno lagunare è cedevole e solo nella metà dei casi costituito dal cosiddetto caranto, uno strato di argilla sovraconsolidato.
Le palificate, già descritte dallo Scamozzi, venivano realizzate con tronchi di larice, abete, rovere, quercia, olmo od ontano; si procedeva poi alla regolarizzazione del piano di posa, per sovrapporre uno o più strati di tavolati, eventualmente incrociati, per la ripartizione dei carichi sovrastanti. La fondazione vera e propria era costituita da un masso fondale in blocchi di pietra d'Istria, realizzato a scarpa e di entità variabile a seconda della costruzione da realizzare.
Si è riscontrato l'uso pressoché esclusivo della pietra d'Istria, per le caratteristiche di scarsa porosità, che limitavano l'assorbimento di acqua e sali solubili nelle parti più alte della costruzione, spesso realizzate in laterizio, o ancora in pietra d'Istria.
Questo tipo di realizzazione veniva calibrato a seconda dell'edificio da realizzare, e non necessariamente presentava tutti gli elementi descritti; la realizzazione completa e di dimensioni notevoli era garantita nei casi della costruzione di facciate di palazzo poste su canale o di campanili, mentre per edifici di minore entità si procedeva a soluzioni via via più semplici, fino alla semplice posa degli elementi in elevazione direttamente sul terreno costipato.
Molto diffusa nell'entroterra, anche in casi di costruzioni di rilevante entità, l'abitudine costruttiva di realizzare la fondazione in semplice continuità con le murature in elevazione, ovvero con la stessa tessitura muraria e mantenendone lo stesso spessore; in questi casi, la struttura verticale si immerge nel terreno per una profondità variabile, da qualche decina di centimetri fino a un metro o più, ma senza escludere l'appoggio diretto del muro sul terreno.
Alternativa più elaborata è costituita dall'allargamento a risega della porzione fondazionale, in corrispondenza delle murature perimetrali e di spina.

Fondazione di edificio veneziano.
(Feiffer C.)

6.5.1.2. Murature di pietra

Grandi variazioni esistono nella possibilità di realizzazione di murature in pietra, dove a dettare le regole sono il tipo di lapideo utilizzato, ma anche le esigenze di economicità o meno della costruzione da edificare.
Le tecniche costruttive maggiormente diffuse vedono la realizzazione di murature in pietrame grezzo, ovvero con elementi lapidei non squadrati o addirittura informi, eventualmente intervallate da ciottoli di fiume, oppure inframmezzate da corsi realizzati con elementi in scaglia o in laterizio, per ottenere una tessitura più regolare. Le murature in pietra da taglio sono invece più rare, almeno nei contesti rurali.
Si incontrano in alternativa sia murature a secco, sia murature cementate con malta di calce.
Questa scelta deriva dalla localizzazione dell'edificio, poiché nelle aree vicine alla pianura si poteva disporre sia di calce che di laterizi, e pertanto si riscontrano sia la presenza di malte di allettamento, sia la presenza di intonaci.
Nelle aree montane si prediligeva invece la posa in opera di pietrame a secco, a volte con la semplice stuccatura superficiale delle connessioni, che però richiedeva la realizzazione di murature in forti spessori.
In generale, per ogni litotipo si riscontrano versioni murarie con lavorazione più o meno accurata, sebbene le caratteristiche costruttive delle murature in pietra dipendano strettamente dal tipo di pietra utilizzata.[47]

Murature in Biancone

Vista la diffusione di questa pietra, pur con le molteplici varianti locali, la costruzione di murature in biancone riguarda tutta la fascia pedemontana trevigiana, vicentina e veronese.
Le murature in Biancone venivano realizzate con lastre sottili, date le caratteristiche di forte stratificazione di questa pietra. La tessitura che ne derivava non si presentava a corsi regolari, data l'irregolarità degli elementi lapidei stessi, che spesso venivano integrati con inserimenti di piccoli elementi di biancone stesso, per chiudere i vuoti.
Le lastre venivano unite con leganti poveri e in quantità minima, per la difficoltà e costosità di lavorazione delle calci, ottenute dalla cottura del calcare stesso, ma con grande quantità di legname.
Dalla scarsità di legante derivava l'esigenza di realizzare murature di forte spessore, per garantirne la stabilità, almeno di 40-60 centimetri, con conci d'angolo realizzati con elementi lapidei di grandi dimensioni.
Spesso le murature in pietra costituivano esclusivamente il perimetro degli edifici, data la ridotta dimensione degli edifici stessi.
L'uso dell'intonaco, così come delle malte, era raro e quindi destinato a casi particolari: in generale agli edifici d'abitazione e non ai rustici; in particolare alla facciata principale e a quelle maggiormente esposte agli agenti atmosferici; veniva inoltre steso su tutta la superficie muraria, eccetto le cornici di porte e finestre, lasciate a vista, insieme agli spigoli.
Nelle murature realizzate in Biancone si riscontra anche uno scarso uso del laterizio, sempre per la difficoltà di reperimento tipiche delle aree collinari: quando presenti, i mattoni vengono destinati alla chiusura di vuoti fra elementi lapidei, oppure alla realizzazione di corsi per regolarizzare la tessitura muraria, o ancora alla realizzazione degli spigoli, in questo caso con elementi squadrati.

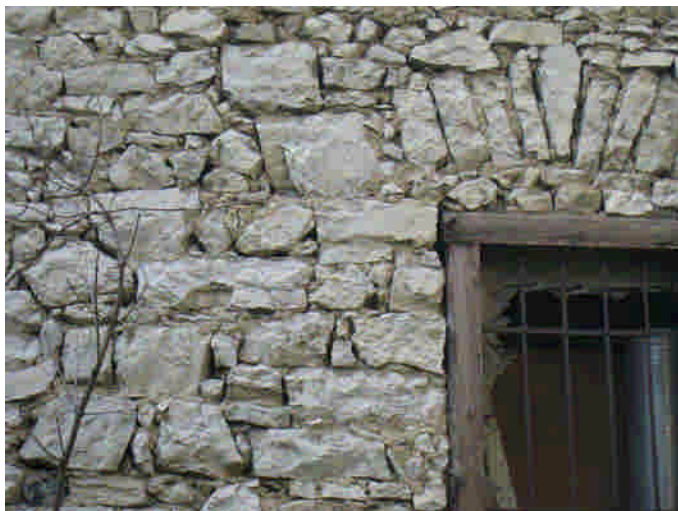
[47] Per la documentazione riguardante le tecniche costruttive delle murature, in relazione ai diversi litotipi, ci si è avvalsi del testo: Giorgio Baroni, Fabio Zecchin, *Le pietre nelle architetture minori del Veneto*, Padova 1995.

Muratura con aperture e soluzione angolare in biancone.
(Baroni G., Zecchin F.)

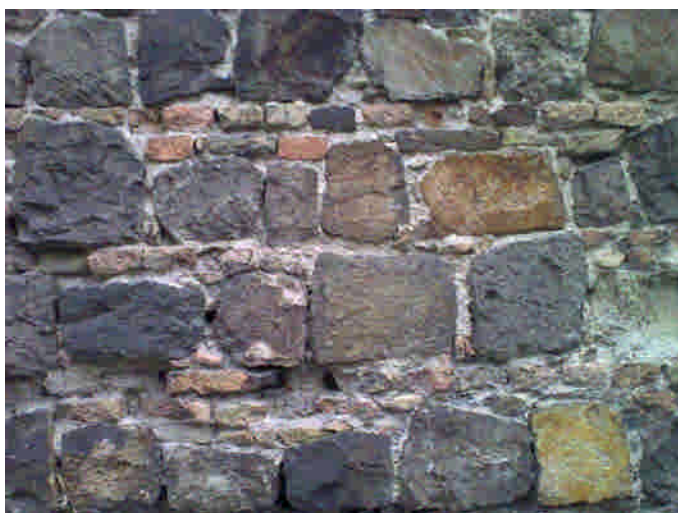
Murature in Arenaria

Anche questo litotipo, detto comunemente tufo, caratterizza le architetture della zona pedemontana. L'Arenaria si presenta con caratteristiche variabili di cementazione, e quindi di durezza, che ne hanno determinato l'uso; con l'arenaria tenera si realizzavano gli elementi decorativi, oppure le soglie, gli stipiti e le architravi; l'arenaria più dura si utilizzava per la realizzazione di murature.
La sua lavorazione prevedeva la sbozzatura a martellina per la tessitura muraria in generale, ma la lavorazione a conci squadrati, nel caso degli spigoli di edifici o dei fori architettonici.
Spesso le murature venivano realizzate a sacco, ovvero con un riempimento irregolare di elementi lapidei di piccole dimensioni mescolati a malta di calce, posto fra le due strutture esterne a vista, legate trasversalmente; questa tecnica era utilizzata per la realizzazione di pareti di forte spessore.

Murature in Dolomia

Utilizzata in tutta l'area della montagna veneta, veniva sempre posta in opera in associazione con il legno, data la facile reperibilità di entrambi, o eventualmente con altre pietre calcaree locali.
La quantità relativa dell'uso dell'uno o dell'altro materiale, dipendeva principalmente dal tipo di edificio, ma anche dall'epoca di costruzione.
Generalmente le parti in muratura lapidea erano limitate alla parte basamentale degli edifici, in particolare di quelli ad uso rurale; gli edifici d'abitazione presentavano invece una maggiore variabilità costruttiva.
Le associazioni della Dolomia con il legno prevedevano murature interamente in pietra, con stipiti e architravi realizzate in legno, oppure, la realizzazione del "mur armà", ovvero un'intelaiatura in sassi, travi e listelli di legno, riempita con malta e pietrisco.
In generale erano realizzate in legno le strutture sollecitate a flessione, mentre in pietra erano realizzate le murature perimetrali, generalmente a sacco.
Per ridurre l'uso della malta, senza rinunciare alla resistenza della muratura, venivano utilizzati dei conci di dimensioni maggiori, posti trasversalmente nelle murature, a collegamento fra paramento interno ed esterno.
A seconda della quantità di malta impiegata, ovvero se i giunti erano stilati oppure completamente riempiti di malta, si ottenevano effetti diversi.
Nell'Ottocento, in seguito alle norme sul Rifabbrico, venne imposto l'uso più diffuso della pietra, per ridurre gli effetti devastanti dei frequenti incendi.

Muratura in dolomia, con variazioni della tessitura in corrispondenza della finestra.

Murature in Trachite euganea

La trachite, nota per la diffusa realizzazione di pavimentazioni da esterno, è stata usata anche per la realizzazione di murature in area euganea.
La realizzazione delle murature in trachite prevedeva una certa ricchezza di tecniche costruttive; nel caso di edifici importanti, le murature venivano realizzate con pezzature parallelepipede e di dimensioni regolari, che permettevano l'ottenimento di murature di notevole resistenza, usate anche per la realizzazione di fondazioni.
In particolare, si evidenzia la lavorazione della muratura "a cuneo", ovvero con l'utilizzazione di elementi lapidei lavorati in forma trapezoidale, messi in opera stuccati e fugati.
Nel caso di edifici rurali, le murature venivano realizzate ad opera incerta, con sassi irregolari e di dimensioni variabili, posti in opera con tessitura irregolare; gli spigoli venivano comunque sempre realizzati con elementi di trachite squadrati, per ottenere incastri più resistenti.
A fianco delle murature realizzate esclusivamente in trachite, si riscontrano le murature con lapidei misti, ad esempio in trachite associata alla scaglia rossa, o altro; queste pietre venivano usate sia per rinzeppature, sia per formare corsi di regolarizzazione.
Anche il laterizio era usato per questi scopi, ovvero per la realizzazione di corsi regolari e per il riempimento di piccoli vuoti; il mattone veniva usato anche per risolvere elementi di collegamento, altrimenti di difficile risoluzione con la trachite: gli spigoli e gli stipiti e architravi di porte e finestre.
Quasi sempre veniva utilizzata la malta di calce per realizzare gli allettamenti, ma raramente veniva usato l'intonaco per proteggere le superfici esterne.

Muratura in blocchi di trachite euganea, con corsi di regolarizzazione in mattoni

Murature in Scaglia veneta

Nel Veneto sono presenti vari tipi di scaglia, a seconda delle aree geografiche: la Lessinia, la regione dei Colli Euganei, dei Berici e la zona pedemontana trevigiana.

In particolare ci si sofferma sulla Lessinia, dove ad essere realizzati in pietra sono praticamente tutti gli elementi costruttivi, eccetto le strutture orizzontali e di copertura.
La pietra della Lessinia è caratterizzata dalla spiccata stratificazione, qualità che determina anche sua la posa in opera e le caratteristiche della muratura stessa; infatti, anche se di ridotta lavorazione, gli elementi di scaglia sono per loro natura regolari e fanno sì che nelle murature si riscontri una tessitura regolare, a corsi ben definiti.
Come legante veniva utilizzata l'argilla, di immediata reperibilità e con buone caratteristiche di isolamento, associata a scagliette di pietra come inerte, in luogo della sabbia.
Ancora le caratteristiche di sottigliezza e di forma a cuneo degli elementi in scaglia, hanno reso abbastanza diffusa la realizzazione di archi e volte a botte.
Si segnalano le murature realizzate in ciottoli di fiume, spesso associati ad elementi squadrati di regolarizzazione e di coronamento, quali gli elementi lapidei o i mattoni. Queste murature, usate spessissimo per la realizzazione di murature di cinta, sono riscontrabili di frequente anche per gli edifici, non solo rurali, ma anche di notevole entità, quali ad esempio le murature del Castello di Marostica.
A partire dagli anni Venti e Trenta del Novecento, il potenziamento dell'industria laterizia e l'uso sempre più diffuso di calci preconfezionate, segnano il progressivo abbandono nell'uso dei materiali lapidei per la realizzazione di murature, soprattutto nel basso bellunese e nel trevigiano. A questo fenomeno corrisponde ad esempio la chiusura delle cave di Fregona (pietra dolzha) e come questa, di molte piccole cave che non hanno potuto adattarsi alle più ampie richieste del mercato non locale. A resistere sono le cave che già erano storicamente più organizzate ed hanno saputo evolversi da una produzione artigianale e a livello locale, verso caratteristiche di produzione industriale, mediante l'esportazione dei propri prodotti.

Muratura in scaglia della Lessinia, con diversi tipi di aperture, cornici, angolari e arco.
(Baroni G., Zecchin F.)

6.5.1.3. Murature di laterizio

Abbiamo considerato la grande diffusione e varietà di murature presenti nel Veneto, realizzate esclusivamente in pietra; l'uso della pietra, vista la grande disponibilità di questo materiale in tutta la regione, ha favorito anche la diffusione di murature miste.
Meno diffuse come estensione, seppure fortemente riconoscibili, sono le aree in cui la costruzione muraria è tradizionalmente realizzata esclusivamente in laterizio.
Percorriamo i fattori che hanno determinato, a livello regionale, la diffusione delle murature realizzate esclusivamente in mattoni: in primo luogo, come avviene per altri elementi costruttivi, è la facile reperibilità dei materiali a far privilegiare una tecnica piuttosto che un'altra.

Ne consegue che si costruiva con i mattoni nelle zone di presenza dei depositi argillosi, ovvero nella fascia pedemontana, in particolare trevisana, e soprattutto nell'intera pianura, in particolare quella meridionale. Altre aree preferenziali erano le fasce lungo i fiumi e nell'entroterra veneziano, dove la presenza di ciottoli, ghiaie e sabbia determinava non solo la realizzazione dei mattoni, ma anche la disponibilità delle calci per la realizzazione delle malte.
I luoghi in cui il costruire in laterizio nel Veneto è stato particolarmente significativo sono quindi riconoscibili nelle città e nelle aree di Rovigo, Venezia, Padova e Treviso. Solo nel caso di Rovigo, però, il laterizio è utilizzato in modo quasi esclusivo; nelle altre città, pur essendo importante, questo materiale è spesso affiancato alle pietre di produzione locale.
Altro elemento determinante nella diffusione del laterizio è offerto dalla versatilità del mattone che, a differenza della pietra, si presta meglio alla realizzazione di tutte le parti murarie, ovvero dell'intera tessitura, degli angoli, delle canne fumarie, delle piattabande, degli spigoli delle aperture. Questo fatto è reso evidente nelle zone in cui, nonostante la disponibilità del laterizio fosse ridotta, questi elementi venivano comunque realizzati in laterizio, integrandoli con la tessitura in pietra.
Il laterizio, inoltre, non necessita di lavorazione ad hoc dei singoli elementi; è più maneggevole, per via delle dimensioni, sempre più piccole, con cui veniva realizzato; va a formare costruzioni più leggere.
La varietà delle murature in laterizio presenti nel Veneto è determinata anche dalle modalità di tessitura. Poco diffuse, e soprattutto di origine medievale, sono le murature di forte spessore, realizzate con paramenti esterni in laterizio, ma con un riempimento interno a sacco.
Le differenze nella qualità della tessitura sono riscontrabili a seconda che la muratura fosse destinata a rimanere a vista o ad essere intonacata; fino al Quattrocento si riconoscono murature con tessitura di ottima realizzazione, che potevano ricevere una successiva finitura oppure rimanere a vista, mentre a partire dal Cinquecento nel Veneto, con l'aumentata importanza di elementi quali i marmorini e gli affreschi, è molto frequente trovare paramenti irregolari in laterizio, destinati all'intonacatura.
Questo elemento influenza anche le caratteristiche di stesura delle malte di allettamento, determinandone gli spessori e le modalità di stilatura dei giunti in superficie.
Altre variazioni sono riferibili all'epoca di realizzazione della muratura, dipendenti dalle innumerevoli modifiche delle dimensioni dei mattoni, la cui tendenza è stata generalmente quella di venire ridotta nei secoli.
Variazioni ancor maggiori derivavano dalle esigenze costruttive, ove a determinare l'esito della realizzazione di una muratura erano gli spessori, il tipo di apparecchiatura dei mattoni, le caratteristiche dell'elemento da realizzare (la cortina muraria, portante o meno, gli spigoli, le ammorsature, i profili dei fori architettonici, ecc.).
Riguardo ai singoli componenti la muratura, ovvero i mattoni e la malta, si introducono ulteriori elementi di ricchezza costruttiva presenti nella regione; questo incrociando le innumerevoli possibilità di composizione e di cottura dei mattoni e, dall'altra parte, di composizione delle malte, che a loro volta venivano realizzate con proporzioni diverse e tipo di leganti e inerti a seconda della disponibilità, utilizzando quindi sabbia di fiume, sabbia di cava, oppure cocciopesto, in base alle maggiori o minori esigenze di idraulicità.

Muratura in mattoni, con variazioni della tessitura in corrispondenza della finestra.

6.5.1.4. Murature miste

Sono murature che abbinano materiali diversi, al fine di sfruttare al meglio le caratteristiche di ciascun materiale.
Il caso più frequente è rappresentato dall'abbinamento pietra-laterizio, dove il laterizio viene utilizzato per la regolarizzazione della tessitura muraria realizzata in ciottoli, in pietrame, o in pietra da taglio non perfettamente rifinita, attraverso alcuni corsi di mattoni; il laterizio può anche venire utilizzato in piccoli elementi, come riempimento di irregolarità nella tessitura, oppure per la realizzazione degli spigoli delle murature.
Più raramente si riscontra l'abbinamento pietra-legno, localizzato nelle aree montane, dove si incontrano soluzioni semplici, riconducibili ai sistemi costruttivi nordici a graticcio.

6.5.1.5. Pareti divisorie

Due sono le principali tipologie di pareti divisorie utilizzate nel Veneto: le murature in laterizio a una testa e le pareti a tecnica mista.
Riguardo alle seconde, sono diffuse in tutta la regione delle tecniche concettualmente simili, che associano, con alcune varianti, una struttura lignea con dei rivestimenti in legno ed intonaco e dei riempimenti in malta. Tali tecniche hanno il vantaggio della facile reperibilità e trasporto dei materiali, dell'economicità, della reversibilità, della leggerezza delle strutture e della facilità di realizzazione.
Le pareti ad incannucciato presentano la maggiore diffusione. Sono costituite da una struttura a montanti in legno, con rivestimento in cortine di canne intrecciate, rese aderenti ai montanti con chiodi e spago; a volte è presente un riempimento in malta; la cortina di canne viene poi rifinita ad intonaco.
La stessa tecnica viene utilizzata per realizzare delle controsoffittature, dove le canne vengono fatte aderire alle travi dei solai e possono ricevere qualunque finitura.
In area veneziana è diffusa la tecnica di pareti divisorie a "scorzoni": anch'essa è costituita da una struttura a montanti lignei, con listelli di legno leggermente discostati, anche disposti a spina, chiodati sui lati ai montanti e intonacati.
Nel bellunese è presente la tecnica, molto simile alla precedente, del "gradiz": alla struttura lignea verticale sono chiodati dei listelli, anche irregolari, leggermente discostati e intonacati; in alternativa ai listelli in legno possono essere utilizzati dei rami di nocciolo intrecciati.

6.5.2. Strutture orizzontali

Nella tradizione costruttiva veneta, la realizzazione di strutture orizzontali coincide con quella dei solai in legno; caratteristica a livello regionale è, infatti, la grande disponibilità di legname, seppure di essenze diverse a seconda dell'area di approvvigionamento. Le strutture orizzontali vengono pertanto realizzate interamente in legno, in tutte le loro componenti.
In area veneta si è riscontrata la presenza sia di solai a orditura semplice, sia di solai a orditura doppia, sebbene il primo tipo presenti una diffusione di gran lunga maggiore, tanto da essere stato denominato "alla sansovina".
In epoca precedente al Quattrocento, i solai venivano più spesso realizzati utilizzando il legno di rovere[48], per le buone caratteristiche strutturali e per la facile reperibilità in pianura e nelle aree pedemontane; successivamente a tale epoca, la Repubblica di Venezia destinò esclusivamente tale essenza alle produzioni per la cantieristica navale, pertanto l'uso di legname per l'edilizia venne orientato principalmente sulla produzione bellunese di conifere.
Peraltro, l'abete e ancor meglio il larice venivano indicati dai trattatisti come ottima scelta per la realizzazione dei solai, per le loro caratteristiche di non eccessivo peso specifico e di ridotta tendenza alla deformabilità.
Dall'esigenza di utilizzare larice e abete, in luogo del rovere, sono derivate però alcune esigenze e caratteristiche costruttive: innanzitutto la ridotta disponibilità di travi di grandi dimensioni, che hanno indotto a prediligere il solaio a orditura semplice; questo richiede però in assoluto una maggiore quantità di legname, seppure in elementi di dimensioni medie.
Le caratteristiche distributive tradizionali delle fabbriche venete, ad impianto tripartito, sono in sintonia con tale conformazione dei solai; infatti la suddivisione planimetrica tripartita corrisponde generalmente a spazi di dimensioni non eccessive e costanti, caratteristiche che ben si accordano con quelle di un solaio in legno di conifera, che non può essere di luce troppo ampia.

---

[48] Francesco Doglioni, *La costruzione del progetto di restauro*, Trieste 1992.

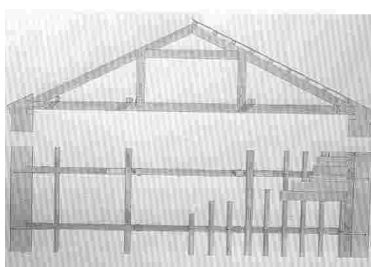
Il solaio mono-ordito si presenta quindi di spessore contenuto, di facile realizzazione, costituito da travi in semplice appoggio sulle murature di spina o perimetrali (ma parallele alla facciata principale dell'edificio, per svincolare il movimento della facciata, gravando sui muri di spina); l'interasse delle travi è realizzato in modo variabile a seconda del carico del solaio, ma generalmente non si discosta dagli intervalli 1:3, fino a casi estremi con rapporto 1:1 (rapporto fra larghezza della trave e spazio fra due travi).
Le proporzioni fra base e altezza della singola trave hanno subito delle variazioni nel corso dei secoli e in relazione all'essenza utilizzata. In epoche più antiche e con il legno di rovere era invalso l'uso di travi a sezione quadrata; successivamente il rapporto fra base e altezza si è modificato verso travi a sezione rettangolare, sia per un migliore utilizzo del tronco da cui le travi venivano ricavate, sia per l'ottimizzazione dell'uso del legno in relazione al comportamento statico della trave.
La facile reperibilità del legname ha determinato anche l'uso costruttivo di realizzare al di sopra delle travi esclusivamente tavolati in legno, praticamente senza alcuna alternativa a livello regionale (ad esempio piani di posa in cotto, in uso in altre aree geografiche).
I tavolati venivano realizzati con tavole della stessa essenza delle travi, di larghezza variabile e spessore attorno ai tre centimetri, posati perpendicolarmente alle travi e a queste abbondantemente chiodati.
Gli appoggi sulle murature sono più di frequente realizzati in semplice appoggio, essendo le mensole destinate a travi di grandi dimensioni e pertanto più facilmente riscontrabili in solai a doppia orditura. Si riscontra a volte l'esistenza di una trave perpendicolare agli appoggi, detta dormiente o trave di rema, immersa nella muratura oppure addossata al filo esterno, cui sono inchiodate le teste delle travi, per rendere costante il carico delle singole travi sulle murature stesse. Si riscontra a volte anche la presenza di elementi metallici di raccordo alle murature.
L'uso dei solai a doppia orditura è rimasto quindi contestualizzato ad una precisa epoca storica – i secoli anteriori al Quattrocento – con particolare diffusione in edifici di prestigio delle principali città della terraferma.
Il solaio a orditura semplice, nei primi secoli del suo impiego, è sempre stato realizzato per mantenere la struttura a vista, perciò è stato caratterizzato dall'accuratezza nella lavorazione degli spigoli e delle superfici delle travi.
Anche gli altri elementi componenti il solaio hanno visto una parallela evoluzione dei loro aspetti funzionali e costruttivi, in relazione agli aspetti formali ed estetici. E' il caso dei tavolati, spesso dipinti o decorati con l'apposizione di regoli e controregoli: questi elementi, la cui funzione è di coprire i giunti fra tavole lignee adiacenti, per evitare la caduta di polvere, (ad esempio dalla malta di allettamento della pavimentazione superiore), sono stati spesso trasformati in occasione decorativa, mediante intagli e dipinture, ad imitare dei soffitti a cassettoni.
L'abitudine di realizzare controsoffitti che nascondessero la struttura lignea si diffonde più tardi, a partire dal Settecento.
Queste controsoffittature sono realizzate con materiali e tecniche già diffusi per la realizzazione di rivestimenti, ovvero mediante cortine di incannucciato, chiodate e legate alle travi e successivamente intonacate e decorate a stucco e con dipinture.

La soluzione più semplice di solaio: in abete, con travi non squadrate, ma appena sbozzate, e tavolato singolo.

Solaio a orditura semplice dipinto, con regoli e controregoli.

6.5.3. Strutture di copertura

I sistemi strutturali di una copertura - anche semplicemente di una copertura a falde con struttura lignea, che costituisce la soluzione tradizionale di gran lunga più diffusa - possono essere i più complessi, data la varietà di geometrie che si possono comporre.
Le coperture più comuni in area regionale – in particolare nell'edilizia storica diffusa - sono costituite da quattro spioventi, da due nei casi più semplici, con le travi principali poggianti sui muri perimetrali.
Elemento di base per la composizione delle coperture, fondamentale anche per l'architettura veneta, è la capriata.
Tale diffusione, pressoché esclusiva e di antichissima origine in area veneta, può essere attribuita a due motivi[49]: in primo luogo, il vantaggio della capriata di gravare solo sui muri perimetrali, garantendo al contempo un buon concatenamento di questi grazie ai tiranti lignei, e la possibilità di destinare i setti interni al solo appoggio dei solai; in secondo luogo, l'ampia disponibilità locale del ferro, fatto eccezionale in altri contesti al di fuori dell'area veneta.
La capriata semplice, costituita come è noto da una catena, due puntoni, un monaco ed eventuali saette, nel Veneto spesso si differenzia dal resto d'Italia per una caratteristica costruttiva che ne trasforma l'intera concezione strutturale, ovvero la presenza del monaco (in questo caso denominato *colonnello*) in appoggio sulla catena – e non sospeso – e a questa spesso saldamente collegato, a costituire un nodo iperstatico.
A fianco di questa soluzione peculiare, si riscontrano però sempre anche le capriate con monaco sospeso.
Le soluzioni costruttive per le capriate composte, utilizzate senza grosse modifiche fino al XIX secolo, sono state messe a punto nei secoli XIV – XVI. Dal secolo XIV, la capriata composta affianca nell'uso la capriata semplice, consentendo la realizzazione di coperture di luce molto maggiore; la capriata composta viene usata principalmente in edifici religiosi, ma anche civili, di grande entità, tanto da raggiungere luci fino a 32 metri.
Infine, anche il sistema della "mezza capriata" è tipico dell'architettura veneta: al fine di risparmiare materiale, la catena veniva realizzata solo in parte, omettendo la porzione centrale, ed ancorando, mediante chiodatura, le due porzioni laterali al solaio sottostante.
L'orditura lignea principale veniva integrata da un'orditura secondaria, atta a sostenere il manto di copertura; l'orditura secondaria era spesso costituita da travetti, posti a una distanza fra loro, tale da poter essere coperta da pianelle in cotto, su cui venivano posati i coppi.

Rilievo di capriata semplice nella Basilica dei Frari, Venezia.
(Piana M.)

Rilievo di capriata composta nella Basilica dei SS. Giovanni e Paolo, Venezia.
(Piana M.)

Soluzione a mezza capriata.
(Feiffer C.)

[49] Mario Piana, *La carpenteria lignea veneta tra Medioevo ed età moderna: le capriate*, sta in Fiengo G., Guerriero L. (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca. L'indagine documentaria*, Napoli 2003.

6.5.4. Strutture di collegamento verticale

6.5.4.1. Scale interne

Le scale interne sono tradizionalmente collocate in due posizioni, rispetto alla disposizione planimetrica degli ambienti.
Sono adiacenti al salone passante, e perpendicolari a questo, nella maggior parte dei casi; è questa una tipologia comune ad architetture auliche e minori, dal palazzo veneziano, o comunque urbano, all'edificio rurale isolato. Questa soluzione prevede sempre uno sviluppo della scala a due rampe, realizzate quasi sempre mediante strutture in muratura. Il vano scala è contenuto fra due murature perpendicolari a quelle di spina; in queste sono incassati i gradini in pietra, che poggiano sul lato a sbalzo su una trave in legno obliqua raccordata al solaio del pianerottolo o, al piano terra, su un setto murario. Le singole rampe possono anche essere separate da una muratura per tutta l'altezza della scala.
Nel secondo caso, le scale interne sono disposte sul fondo del salone stesso, in modo da chiuderlo sulla controfacciata, di fronte all'ingresso principale; questa soluzione può essere realizzata sia ad una rampa, che a due rampe.
Il primo caso viene applicato per edifici con dislivelli contenuti fra i due piani da collegare, e presenta il vantaggio di non alterare sui prospetti la continuità di quota delle finestre, addossando la rampa alla muratura di spina longitudinale. Nell'architettura minore, la soluzione ad una rampa ha permesso il diffondersi, fra il Cinquecento e il Seicento a Venezia, di una tipologia di scala a rampe incrociate, detta "leonardesca", che serviva due appartamenti su fronti opposti di uno stesso piano, o su piani diversi.[50] Entrambe le soluzioni possono essere realizzate sia in pietra e muratura, sia in legno, ove il legno è, come sempre, più diffuso nell'edilizia minore e nelle aree montane.

6.5.4.2. Scale esterne

Nell'edilizia storica diffusa - escludendo quindi i casi aulici delle ville venete, dove hanno assunto una grande ricchezza formale - le scale esterne sono state particolarmente comuni in due contesti: Venezia e le zone della montagna.
A Venezia è presente la soluzione gotica di scale ad una o due rampe ortogonali, addossate alle murature delle corti interne dei palazzi, con struttura di sostegno in muratura ad archi. Tale soluzione si estende fino al Cinquecento anche nell'architettura minore, dove è più frequente la soluzione ad una rampa, che supera il dislivello di un solo piano, realizzata sia in legno che in muratura.
L'uso del legno per le scale esterne è caratteristico e quasi esclusivo delle zone montane, dove la scala era però parte integrante di un sistema più complesso di ballatoi, addossato alla facciata principale dell'edificio.

Sistema di scale esterne a ballatoio dell'architettura cadorina.

[50] Egle Renata Trincanato, *Venezia minore*, Venezia 1948.

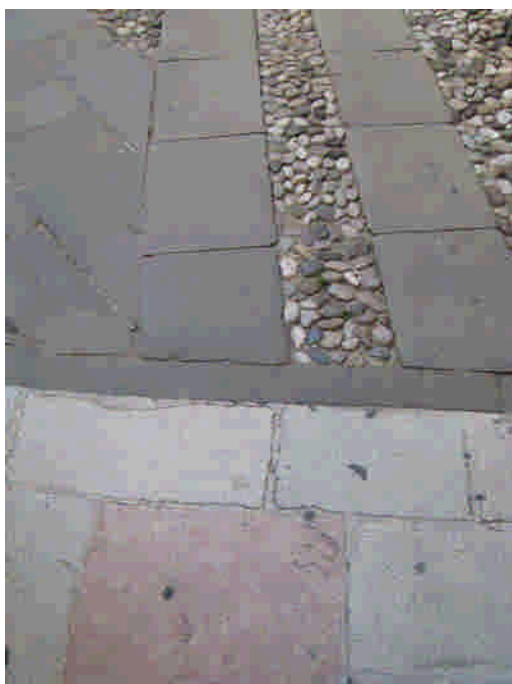
Non va esclusa la presenza di scale esterne, sebbene di minore rilevanza architettonica, realizzate per superare dislivelli derivanti dalla strada di accesso, o per raggiungere piani di calpestio interni rialzati; in questo caso sono scale realizzate con gradini in pietra, poggianti su muri pieni di sostegno.
Si segnala infine la presenza, almeno dal Trecento, di scale a chiocciola.

6.5.5. Pavimentazioni

6.5.5.1. Pavimentazioni esterne

I materiali da utilizzare per le pavimentazioni sono sempre stati selezionati per le loro caratteristiche di durevolezza e di resistenza all'usura, benché, in generale, si sia sempre fatto un uso preferenziale del materiale reperibile, sia per gli interni che per gli esterni.
Va però sottolineato come le pavimentazioni da esterno selciate abbiano comunque rappresentato per secoli un'eccezione evoluta, in alternativa alla terra battuta, diffusissima fino al Novecento nei contesti rurali, ma fino al XVIII-XIX secolo anche in contesti urbani.

Negli esterni le pavimentazioni sono principalmente realizzate in *pietra*, a seconda della diponibilità dei litotipi, e solitamente costituite da lastre, spesso con una lavorazione superficiale antisdrucciolo, ad esempio a mazza e punteruolo.
In molte delle principali città del Veneto è diffusissimo l'uso della trachite euganea e, in misura minore, del basalto e dei calcari ammonitici dell'area pedemontana; le lastre venivano posate su un letto di sabbia, non necessariamente con la presenza di una ristilatura. Per la trachite euganea non venivano utilizzate propriamente delle lastre, quanto piuttosto dei "masegni", ovvero lastre di notevole spessore, fino a 10-15 cm, a forma di tronco di trapezio.
Altre pavimentazioni in pietra da esterno erano realizzate con elementi lapidei di piccole dimensioni, sia squadrati che in ciottoli di fiume.

Anche il *cotto* continua, almeno fino al Settecento, ad essere usato come materiale preferenziale per le pavimentazioni esterne, sebbene anch'esso venga successivamente sostituito dai più durevoli materiali lapidei.

Tre tipi di pavimentazioni esterne affiancate: masegni di trachite, ciottoli, lastre in calcari ammonitici pedemontani.

6.5.5.2. Pavimentazioni interne

Ampia è la varietà di materiali utilizzati tradizionalmente per le pavimentazioni interne.
Le pavimentazioni *in pietra* erano realizzate principalmente nei piani terra, con lastre posate su sabbia o su letti di malte magre.
Fra i litotipi utilizzati, sebbene la facilità di reperimento rimanesse il principale criterio di scelta, risulta di grande diffusione in tutta la regione il rosso ammonitico veronese, utilizzato sia in edifici pubblici che privati, spesso in quadri, alternato al biancone o alla pietra d'Istria. La lavorazione delle lastre per gli interni prevedeva sia la levigatura che la lucidatura.

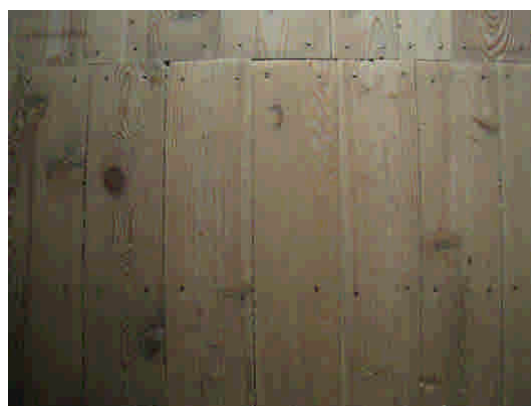
Pavimentazione in lastre di pietra di Castellavazzo

Le pavimentazioni in *terrazzo alla veneziana* hanno costituito una tecnica diffusa fin dall'epoca romana in tutta Italia; già descritte da Vitruvio, hanno assunto nel Veneto un'importanza via via crescente.
Una variante antica, risalente al XIV-XV secolo, è rappresentata dal pavimento a pastellone. Realizzato con un procedimento costruttivo simile a quello del terrazzo, è però costituito senza semina lapidea; si tratta di un impasto di calce e cocciopesto, di forte spessore, il cui strato finale è costituito da una pasta di calce e polvere di marmo o di mattone, con effetto cromatico eccezionale, generalmente rosso, conferito dalla polvere di rosso cinabro, oppure giallo per l'aggiunta di terra di Siena, o verde.
Il terrazzo alla veneziana vero e proprio, ovvero quello caratterizzato dalla presenza della semina lapidea, è costituito da:
uno strato di sottofondo, realizzato sopra il tavolato ligneo, formato da un massello di spessore 10-20 cm, composto da cotto frantumato e pietrisco, mescolato con calce spenta ed acqua; il sottofondo viene steso a partire dai bordi, cui vengono fatte seguire le operazioni di costipamento: battitura, rullatura e livellamento;
uno strato detto coprifondo, costituito da una malta con inerti di granulometria più fina, di 2-4 cm di spessore, costituita da laterizi macinati, calce ed acqua;
l'ultimo strato, di un paio di centimetri, denominato stabilitura e costituito da una malta plastica ancora più fine, spesso addizionata con terre coloranti, sopra cui viene sparsa e poi inglobata la semina in scaglie lapidee, mediante rullatura e battitura, in modo da ottenere uno strato compatto e omogeneo. Infine si procede alla levigatura, alla stuccatura con olio di lino cotto e gesso, e alla lucidatura con olii del pavimento.
Diffusa non solo a Venezia, ma in tutta la regione, la versione tradizionale di terrazzo (con legante in calce) e maggiormente diffusa di questa tecnica costruttiva, si adattava eccezionalmente all'elasticità delle strutture verticali adiacenti e orizzontali su cui poggiava. Questa tecnica prevedeva una costante manutenzione, ma di semplice realizzazione, attraverso la stuccatura delle fessurazioni che eventualmente si formavano.
Una variante di questo tipo di pavimentazione è costituita dal pavimento alla palladiana, realizzato con frammenti di lastre variabili dai 10 ai 20 cm, lavorati a sega e accostati su uno strato di allettamento in ordine casuale, cui seguono la stuccatura dei giunti, la levigatura e la lucidatura.

Pavimentazione in terrazzo alla veneziana

Fin dall'epoca romana si incontrano pavimentazioni realizzate in *laterizio*, diffuse secondo due modalità: l'utilizzo di mattoni, posati a spina o in piano (ammattonato), oppure di elementi realizzati appositamente per le pavimentazioni, come le mattonelle, di varia forma (quadrate, esagonali o altro) e caratteristiche cromatiche (generalmente alternate in bianco e rosso). Entrambe le opzioni sono inizialmente utilizzate per edifici di una certa importanza, mentre vengono successivamente usate sempre più comunemente per gli interni al piano terra, in edifici residenziali, anche umili; le pavimentazioni di edifici aulici si evolvono invece nel tempo verso altri materiali.

Per secoli, già dall'alto medioevo, il tavolato in *legno* di abete ha costituito la maggior parte delle pavimentazioni residenziali, realizzato posando direttamente le tavole sulle travi, ortogonali a queste, e inchiodandole ad esse; non si trattava quindi di una vera e propria pavimentazione, ma di un elemento costruttivo utilizzato con una doppia funzione. La grande dimensione delle tavole costituiva elemento di pregio.
Un'alternativa era l'utilizzo sempre di tavole, sovrapposte perpendicolarmente a quelle del tavolato del solaio, e inchiodate per renderle solidali ad esso, atte a svolgere anche una moderata funzione di rinforzo strutturale.
Altre pavimentazioni lignee più raffinate prevedevano la posa di liste di larice, oppure l'inserimento di intarsi, mediante l'utilizzo di essenze di colore diverso.
Il legno di abete, bianco e rosso, ha costituito l'essenza più utilizzata per le pavimentazioni, benché siano stati usati anche il larice, il rovere e il faggio.

Pavimentazione in legno intarsiato.

Pavimentazione in tavolato in abete.

6.5.6. Intonaci

L’enorme varietà delle tecniche esistenti per la realizzazione degli intonaci è dipendente da un’ampia serie di fattori: dai materiali prescelti, dalla localizzazione della fabbrica, dall’epoca di realizzazione, dal contesto ambientale e culturale, dalle caratteristiche dell’edificio su cui si opera.
All’interno di tale varietà, si evidenziano in questo studio alcune peculiarità del caso veneto.
La presenza dell’intonacatura rappresenta una costante in area veneta per le caratteristiche climatiche, ad esclusione dei più rari casi in cui una scelta estetico-architettonica richieda una muratura a vista, sia per la finitura di murature in pietra, che in mattoni.
I casi più semplici di realizzazione di un intonaco si possono riscontrare nelle aree montane e rurali, dove è presente una maggiore diffusione di murature in pietra. Si individuano generalmente intonaci a due strati, con uno strato di rinzaffo di forte spessore gettato a cazzuola, a compensare l’irregolarità del supporto, eventualmente integrato da frammenti laterizi o lapidei e con inerti piuttosto grossi. Frequente è la presenza di una scialbatura a calce come finitura.
A livello regionale, va segnalato l’ampio uso del cocciopesto, diffuso soprattutto in area lagunare, per le caratteristiche di idraulicità e per la capacità di assorbire i sali solubili delle murature. Il cocciopesto è utilizzato sia come strato a sé, realizzato per essere lasciato a vista, sia come strato di rinzaffo per lavorazioni successive.
La tipica soluzione “a regola d’arte” per il Veneto è la seguente: l’intonaco a cocciopesto viene usato come strato di rinzaffo, di spessore variabile, ma orientativamente 1.5 cm, con polvere di cotto ottenuta dalla macinazione dei coppi, mescolata a calce e piccoli frammenti di cotto e sabbia come inerti. Viene poi realizzato uno strato intermedio di arriccio di 1 cm di intonaco di calce e sabbia medio-fina, steso a frattazzo, senza discontinuità, per permettere una migliore adesione allo strato di finitura, steso su superficie ancora umida, in spessore di 2-3 mm.
Sempre associata a questa sequenza di strati è la finitura a marmorino, ovvero di un intonaco realizzato con grassello di calce e polvere di marmo (viene spesso usata la pietra d’Istria in sostituzione del marmo), con spessore fino a 4 mm, per imitare la brillantezza delle superfici marmoree levigate. Il marmorino viene lavorato mediante la lisciatura a ferro, per il perfetto livellamento e compattazione della superficie; infine si procede alla strofinatura delle superfici con cera, sapone o olio di lino, per accentuarne la brillantezza e conferire un’azione protettiva.
Il marmorino ha rappresentato la finitura tipica e diffusissima in area veneta a partire dal Rinascimento e fino al Settecento; la complessità richiesta per la sua lavorazione ha iniziato a farla semplificare nelle procedure di realizzazione, e in seguito abbandonare, a partire dall’Ottocento.
In epoca succesiva, agli intonaci a marmorino si vengono ad affiancare, con sempre maggiore diffusione, gli intonaci di sola calce e sabbia lavorati a frattazzo, con dipinture a secco, con latte di calce semplice o associato a terre colorate.
Nel contesto veneto, altre tecniche di realizzazione degli intonaci sono riconducibili a epoche precedenti. Dal XIV al XVII secolo inizia a diffondersi una versione di intonaco costituita da una semplice coloritura, realizzata con olio di lino cotto e pigmenti naturali.
Si sviluppa e diffonde, a partire dal XV secolo, la decorazione ad affresco, che caratterizza molte realizzazioni delle principali città venete, e si riscontra frequentemente anche a Serravalle.
La tecnica della semplice dipintura si evolve quindi attraverso la realizzazione di intonaci di calce e sabbia stesi in modesto spessore, lisciati a ferro e dipinti a fresco, con funzione protettiva, ma soprattutto di omogeneizzazione cromatica.
Questi intonaci, stesi inizialmente in spessori modesti, da 1 a 3 millimetri, aumentano di spessore nei secoli successivi, ma non superano mai il centimetro.
La tipica decorazione a fresco, nei periodi iniziali dell’uso di questa tecnica, rappresenta l’imitazione della cortina muraria sottostante, attraverso il disegno regolarizzato dei mattoni: è questo il tema dei tipici intonaci veneziani detti “a regalzier”.
Le decorazioni caratteristiche di questi intonaci inizialmente seguono la partitura architettonica, sottolineando fasce marcapiano, cornici di fori architettonici e di gronda; nei tre secoli successivi, invece, i motivi dipinti si evolvono verso la rappresentazione di motivi geometrici, floreali e figurativi sempre più ricchi e complessi.
A partire dal Rinascimento, però, si affiancano a questi, sempre più spesso, gli intonaci stesi in più strati, sopra descritti.
L’Ottocento è anche l’epoca della diffusione dello stucco, inteso come impasto contenente gesso, che incontra un successo sempre maggiore, per la velocità della lavorazione, che lo rende compatibile ai processi di industrializzazione in atto.

Intonaci decorati ad affresco a motivi geometrici e figurativi, ad integrazione del partito architettonico.

6.5.7. Manti di copertura

6.5.7.1. Manti di copertura in laterizio

I manti di copertura in laterizio, esclusivamente realizzati con i coppi, sono estesamente usati nel Veneto, dove rappresentano la principale soluzione adottata per questo elemento costruttivo. Si può affermare che rappresentino la totalità dei casi, se si escludono le "eccezioni" costituite dai manti in rame e piombo di alcuni edifici di rappresentanza, e dai manti in pietra e legno delle aree dove questi materiali abbondano.
Il manto tipico è costituito da file di pianelle in cotto posate direttamente sull'orditura lignea secondaria delle coperture, da travetto a travetto; i coppi vengono sovrapposti a questo strato, in file di verso alternato, andando a costituire anche i colmi e i displuvi.
I manti di copertura vengono integrati ai sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, che nei casi più semplici possono essere assenti, oppure essere realizzati ugualmente in laterizio (i più antichi "canoni da acqua"), in lamiera o in pietra.

Manti di copertura in coppi.

6.5.7.2. Manti di copertura in pietra

Diffusi in tutta la zona prealpina, dalle aree pedemontane veronesi al Monte Grappa, sono costituiti semplicemente da lastre di pietra posate direttamente sulla struttura lignea di copertura.
Non si riscontra l'uso di manti in pietra nelle aree di pianura o nella montagna veneta, perché in quelle aree risultava più facile il reperimento di altri materiali per la realizzazione dei manti: rispettivamente il laterizio e il legno. Di conseguenza, anche la scelta del materiale lapideo si restringe a limitate aree di produzione, incrociate con le caratteristiche tecniche richieste dall'uso: ne risulta che per queste realizzazioni si prediligessero il biancone di Asiago e la scaglia della Lessinia.

Manto di copertura in lastre di pietra della Lessinia.
(Baroni G., Zecchin F.)

6.5.7.3. Manti di copertura in legno

Le scandole, tavolette rettangolari in legno, erano un tempo diffusissime per la realizzazione di manti di copertura in molte aree italiane del centro-nord, per la buona resistenza al gelo; permangono ora come rari esempi nelle valli montane, in particolare nel Veneto.
Il legno più comunemente utilizzato per la loro realizzazione è il larice, seguito da pino o abete, più anticamente ottenute a spacco e in seguito per segagione. Le loro dimensioni sono molto variabili, sia in lunghezza che in larghezza, ma orientativamente corrispondono a 70x15 centimetri.
Caratteristica costruttiva comune a tutti i manti in scandole è l'alta pendenza delle falde (da 25 a 50 gradi) e la presenza di un'orditura di listelli aderente all'orditura strutturale, per l'ancoraggio delle scandole, che più spesso era realizzato con chiodi, ma anche con perni in legno. Le scandole erano generalmente posate in tre strati sovrapposti, partendo dal colmo e scendendo fino alle grondaie.
La tradizionale abitudine ad una continuità della manutenzione, prevedeva che le scandole fossero girate ogni qualche decennio e puntualmente sostituite se danneggiate, al fine di garantirne una durata addirittura secolare.

Manto di copertura in scandole.

6.5.8. Infissi

Data la rarità degli esempi di serramenti conservati di età superiore a un secolo, lo studio dei serramenti antichi si avvale dei pochi esempi ancora in opera, oltre che dello studio delle fonti iconografiche.
In ambito veneto si evidenzia una distinzione degli elementi costituenti i sistemi di chiusura in base alla funzione cui dovevano rispondere, determinando quindi l'esistenza di serramenti oscuranti e di protezioni trasparenti.
A Venezia è riconoscibile una particolare proporzione delle finestre, con un alto rapporto fra altezza e larghezza, con frequente coronamento ad arco e non architravato. Alcuni studi[51] mettono questa caratteristica in relazione alla funzionalità del serramento; più in generale, viene proposta l'ipotesi che la tipologia del serramento da installare condizioni i modi stessi della realizzazione della forma del foro finestra.
Fino al Cinquecento è documentata nel Veneto la presenza di chiusure ad "impannata", probabilmente realizzate con tele rese impermeabili, poste temporaneamente in inverno nel vano finestra, che offrivano una debole chiusura all'aria, fornendo una modesta quantità di luce allo spazio interno. Fino a quell'epoca l'uso del vetro è un'eccezione, utilizzata in edifici ricchi.
Il caso di Venezia rappresenta ancora una volta, nella regione veneta, un esempio di particolarità.
Le vetrate "a rullo" sono infatti utilizzate fin dal Trecento a Venezia, grazie alla presenza della produzione vetraria, e in seguito diffuse in tutto il Veneto; sono formate da piccoli elementi in vetro soffiato di forma rotonda, fissati fra loro da un profilo di piombo (e da piccole lastre negli spazi di risulta). Se ne rileva la facile adattabilità di questa tecnica, in quanto la finestra viene a trovarsi a diretto contatto con le spalle, risolvendo così l'aspetto più problematico nella realizzazione dei serramenti.
Le vetrate a rullo, nel caso non fossero apribili, erano a volte realizzate senza il telaio in legno, ovvero direttamente fissate al profilo del foro mediante un sottile telaio metallico.
Inoltre questa tecnologia integrava in sé un sistema di protezione, poiché presentava delle barre metalliche interne, atte a controventare la vetrata, ma anche ad offrire una protezione dall'intrusione.
Il larice era il legno utilizzato in particolare per la realizzazione di ogni parte dei serramenti, e andava a formare dei telai molto sottili, attorno ai 3,5 centimetri. Le finestre, sebbene fossero generalmente realizzate ad anta, erano presenti anche nella tipologia a ghigliottina.

Riguardo ai sistemi di oscuramento, l'abbinamento fra scuri interni e inferriata esterna rappresenta una delle soluzioni più antiche (ma non esclusiva, data la presenza di scuri in ferro esterni almeno fino al Quattrocento). Questo sia perché l'inferriata in molti casi avrebbe ostacolato l'apertura dello scuro, sia perché le finestre erano spesso con il solo telaio fisso: si rendeva pertanto necessario lo scuro interno, o realizzato in modo indipendente, o integrato al telaio stesso della finestra.
L'uso dello scuro esterno diventa la soluzione più comune a partire dal XVIII secolo.
Il Veneto manifesta una grande ricchezza nell'ideazione di modelli riguardo ai sistemi di oscuramento di questo secondo tipo, tanto che la loro denominazione è legata a quella di alcune città:
Gli scuri "alla veneziana", costituiti da due ante, sono fissati con cardini allo spigolo esterno del foro, e si aprono completamente all'esterno di questo;
negli scuri alla "padovana", ogni anta è formata da due pannelli e incardinata all'interno della spalla del foro; una volta aperto lo scuro, un pannello si addossa alla spalla della finestra e l'altro all'esterno della muratura;
anche ne caso degli scuri "alla vicentina", ogni anta è formata da due pannelli e incardinata all'interno della spalla del foro; i pannelli però permettono una chiusura a libro di ognuna delle due ante, che vengono a trovarsi, una volta aperte, ripiegate su se stesse e protette all'interno del foro.
Si segnala, infine, la presenza di elementi fissi in legno o cotto, per permettere l'aerazione di ambienti non destinati alla residenza.

[51] Il paragrafo si avvale del testo di Francesco Doglioni, *La costruzione del progetto di restauro. Lezioni del Corso di Restauro architettonico "B" – A.A. 1991-1992. I Parte / Caratteri del costruire in area veneta*, Trieste 1992.

Anta di porta in larice, con inserita una parte vetrata “a rulli”.

Finestra “a rulli”, con grata in ferro battuto.

6.6. Bibliografia di riferimento

AA.VV., *Fregona: aspetti e immagini della pedemontana del Cansiglio*, Vittorio Veneto 1984.
Acri M., *I boschi della Serenissima e l'utilizzazione del legno nell'edilizia veneziana: il caso del Cadore*, rel. Siviero E.; correl. Bonafede L., Venezia A. A. 1998/99.
Alpago Novello A. (a cura di), *Castellavazzo. Un paese di pietra, la pietra di un paese*, Neri Pozza, Vicenza 1997.
Bandelloni E., *Caratteristiche dei materiali lapidei e loro impiego, zona Veneto*, Vicenza 1964.
Barbisan U., Laner F., *Solai in legno: soluzioni tradizionali, elementi innovativi, esempi di dimensionamento*, Franco Angeli, Milano 1995.
Baroni G., Zecchin F., *Le pietre nelle architetture minori del Veneto*, SGE, Padova 1995.
Bellio R., *Treviso città di pietra*, Canova edizioni, Treviso 1975.
Benedetti A. (a cura di), I *materiali e le tecniche costruttive della fabbrica veneziana. Compendio antologico*, Arsenale Editrice srl, Venezia 1992.
Biscontin G., Izzo F., Rinaldi E., *Il sistema delle fondazioni lignee a Venezia,* Corila, Venezia 2009.
Braido G., *Città e industria: la formazione urbana e industriale di Vittorio Veneto nel XIX secolo*, Vittorio Veneto 1990.
Caniato G., Dal Borgo M.(a cura di), *Dai monti alla laguna. Produzione artigianale e artistica del bellunese per la cantieristica veneziana*, La stamperia di Venezia, Venezia 1988.
Caniato G., Dal Borgo M., *Le arti edili a Venezia*, ANCE, Roma 1990.
Caniato G. (a cura di), *La via del fiume dalle Dolomiti a Venezia*, Cierre Edizioni, Verona 1993.
Codello R., *Gli intonaci. Conoscenza e conservazione*, Alinea, Firenze 1996.
Codognotto R., Gardin M., *L'evoluzione dei serramenti nel Veneto tra i secoli XIV e XVI*, tesi di laurea, relatori Ballardini R., Doglioni F., IUAV, A.A. 1987-1988.
Concina E., *Pietre parole storia. Glossario della costruzione nelle fonti veneziane (secoli XV – XVIII)*, Edizioni Marsilio, Venezia 1988.
Cornale P., Rosanò P., *Le pietre tenere del vicentino. Uso e restauro*, Associazione rtigiani della Provincia di Vicenza, Vicenza 1994.
Cortelazzo M. (a cura di), *Arti e mestieri tradizionali*, Amilcare Pizzi Editore, Cinisello Balsamo (Mi) 1989.
Crovato A., *I pavimenti alla veneziana*, Edizioni Grafi, Resana 1999.
Cucagna A., *Le industrie minerarie, metallurgiche e meccaniche del Cadore, Zoldano e Agordino durante i secoli passati. Saggio di geografia storica*, Trieste 1961.
Migliorini E., Cucagna A., *La casa rurale nella montagna bellunese*, Venezia 1969.
D'Assie A., *Ceneda e Serravalle nelle antiche stampe: le antiche stampe di Vittorio Veneto dal secolo 16° agli inizi del secolo 20°*, De Bastiani Editore, Vittorio Veneto 2006.
Dalla Costa M., Feiffer C., *Le pietre nell'architettura veneta e di Venezia*, La Stamperia di Venezia Editrice, Venezia 1981.
De Col G., *L'edilizia tradizionale dell'Alpago*, Belluno 1980.
Della Libera A., *Il linguaggio delle pietre: vicende geologiche del territorio trevigiano*, De Bastiani Edizioni, Vittorio Veneto 2004.
De Poli G., *Marmi veronesi*, Verona 1967.
De Zorzi O., Tranchini E., *I monti di pietà di Serravalle e Ceneda*, Edizioni Canova, Treviso 1988.
Doglioni F. (a cura di), *Ambienti di dimore medievali a Verona. Catalogo della mostra: Verona, Museo di Castelvecchio, luglio-settembre 1987*, Cluva Editrice, Venezia 1987.
Doglioni F., *La costruzione del progetto di restauro. Lezioni del Corso di Restauro architettonico "B" – A.A. 1991-1992. I Parte / Caratteri del costruire in area veneta*, Edizioni Lint, Trieste 1992.
Feiffer C., *La conservazione delle superfici intonacate. Il metodo e le tecniche*, Edizioi Skirà, Milano 1997.
Feiffer C., *Il progetto di conservazione*, Franco Angeli, Milano 1989.
Filippi E., *Marmi, graniti e pietre*, Editoriale Globo, Milano 1980.
Fogliata M., Sartor M. L., *L'arte dello stucco. Storia, tecnica, metodologie della tradizione veneziana*, Antilia, Treviso 2004.
Galetti P., *Civiltà del legno: per una storia del legno come materia per costruire dall'antichità a oggi*, CLUEB, Bologna 2004.
Gellner E., *Architettura rurale nelle Dolomiti venete*, Edizioni Dolomiti, Cortina D'Ampezzo 1988.
Gemin L., *Documenti di architettura rurale nella marca trevigiana*, Edizioni Acelum, Asolo 1989.
Ginevra M. e altri, *Il bacino estrattivo dei Colli Berici*, Tipografia Gibì Pordenone, Venezia 1999.

Ginevra M., *Le cave della Lessinia (la pietra di Prun)*, Arti Grafiche Venete Quarto d'Altino, Venezia 2000.
Gnone M., *Coperture in scandole di legno*, in Recuperare l'edilizia, n. 32, marzo 2003.
Graziussi G., *Masi, tabià, squeri e casoni*, in Speciale sull'architettura spontanea di "Vivere a Venezia", 2002.
Lazzarini L., *I materiali lapidei nell'edilizia storica veneziana: catalogo dei marmi e delle pietre veneziani*, Marsilio editori, Venezia 1986.
Lazzarini L., *I pavimenti alla veneziana*, Cierre edizioni, Venezia 2008.
Magagnato L., *I villaggi di pietra della Lessinia Occidentale*, Verona 1970.
Mancuso F. (a cura di), *Archeologia industriale nel Veneto*, Amilcare Pizzi Editore, Cinisello Balsamo (Mi) 1990.
Mancuso F., Mioni A. (a cura di), *I centri storici del Veneto*, Silvana editoriale, Milano 1979.
Mazzotti G. (a cura di), *Case rustiche e architetture spontanee nella Marca Trevigiana*, Catalogo della mostra, Libreria editrice Canova, Treviso 1972.
Menicali U., *I materiali dell'edilizia storica*, NIS, Roma 1992.
Omenetto P., *Le risorse minerarie della regione di Belluno*, Arti grafiche Saturnia, Trento 1968.
Passolunghi P. A., *Il Cenedese nel Medioevo e l'emergere urbano di Serravalle:all'ombra dei Caminesi*, in *Città murate del Veneto*, Italia Nostra, Regione Veneto, Cinisello Balsamo (Mi) 1988.
Perco D., *Zattere, zattieri e menadas. La fluitazione del legname lungo il Piave*, Comune di Castellavazzo, Feltre 1988.
Perco D., *Uomini e pietre nella montagna bellunese*, Provincia di Belluno Editore, Belluno 2002.
Piana M., *La carpenteria lignea veneziana dei secoli XIV e XV*, in *L'architettura gotica veneziana*, Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, Venezia 2000.
Piana M., *La carpenteria lignea veneta tra Medioevo ed età moderna: le capriate*, in *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca, l'indagine documentaria*, Arte Tipografica Editrice, Napoli 2003.
Piana M., *I manti plumbei nella Venezia del rinascimento*, in *Per Franco Barbieri. Studi di storia dell'arte e dell'architettura*, Centro Internazionale di Studi Andrea Palladio, Venezia 2004.
Piana M., *"Bella et mirabil cosa è la materia delle pietre vive, che sono condotte da Rovigno". Note sull'estrazione, l'impiego, la patinatura della pietra d'Istria a Venezia*, in *La pietra d'Istria a Venezia*, Cierre, Sommacampagna 2006.
Piana M., *Il sito lagunare e le tecniche costruttive veneziane*, in *Geologia e progettazione nel centro storico di Venezia*, Padova 2008.
Piana M., Ferrighi A., *I volti della città: la catalogazione degli intonaci esterni veneziani*, in *Il colore nella produzione edilizia*, Atti del convegno, Ipertesto edizioni, Verona 2007.
Posocco F., *Atlante del Veneto: la forma degli insediamenti urbani*, Marsilio Editori, Venezia 1991.
Querincig Lanciato A., *Val Canzoi: Fornaci da calce: Recupero di tipologie locali; ripristino e riuso di una "calchera"*, DBS, Rasai di Seren del Grappa 2001.
Regione Veneto: Dipartimento urbanistica ed ecologia, *Atlante dei centri storici: Progetto 1/5: censimento, catalogazione ed individuazione dei centri storici del Veneto: Legge 1 giugno 1977, n. 285; Legge regionale 31 maggio 1980, n. 80, art. 3*, Padova 1982-88.
Rodolico F., *Le pietre delle città d'Italia*, Le Monnier, Firenze 1953.
Rusconi G. A., *Della Architettura di Gio. Antonio Rusconi*, Venezia 1590, ristampa anastatica, Centro internazionale di Studi Andrea Palladio, Vicenza 1996.
Ruzza V., *Guida di Vittorio Veneto e della zona pedemontana tra Piave e Livenza*, Associazione per il turismo del comprensorio vittoriese, Vittorio Veneto 2000.
Scamozzi V., *Dell'Idea dell'Architettura Universale*, Centro internazionale di Studi Andrea Palladio, Venezia 1615.
Scarso M. (a cura di), *Il Veneto nella cartografia: evoluzione, produzione e utilizzazione della carta tecnica*, Il Poligrafo, Padova 2002.
Sperotto D., *Le pietre, le cave, gli scalpellini di Piovene Rocchette*, Piovene Rocchette 2004.
Tranchini E., Foti F., *Le fucine del serravallese*, in *Falci e martelli, tenaglie e "britoe": con tre banchi da falegname*, Comune di Treviso, Treviso 2004.
Trincanato E. R., *Venezia minore*, Cierre/Codess Cultura, Venezia 1948.
Ulliana M., *Vittorio Veneto tra Ottocento e Novecento*, Canova, Treviso 2004.
Turri E., Pavan V., Balistreri Trincanato C., *L'architettura di pietra in Lessinia. Un incontro con la pietra, la cultura, l'ingegno, a ritroso nel tempo*, Numerouno Design Book Editore, Verona 2003.
Vergani R., *La produzione del ferro nell'area veneta alpina (secoli XII-XVI). Un bilancio provvisorio*, Ecole Francaise de Rome, Roma 2001.

Vergani R., *Calci euganee: cave e fornaci in area estense durante l'età moderna*, in *Terra d'Este*, XII, gennaio-giugno 2002.
Vergani R., *Miniere e società nella montagna del passato. Alpi venete, secoli XIII - XIX*, Cierre Edizioni, Sommacampagna 2003.
Vergani R., *La trachite e la scaglia: una millenaria attività estrattiva*, in *I Colli Euganei*, a cura di Selmin F., Cierre Edizioni, Verona 2005.
Vergerio N., Squizzato A., *Il ferro battuto nel Veneto*, Italprint, Treviso 1990.
Zugni Tauro A. P., Conte T., Franco T. (a cura di), *Pittura murale esterna nel Veneto. Belluno e provincia*, Ghedina e Tassotti, Bassano del Grappa 1993.

7. ANALISI E VALUTAZIONI CONDOTTE SU UN EDIFICIO STORICO DELL'ALTA MARCA TREVIGIANA

Il capitolo descrive le analisi condotte su un edificio storico dell'alta Marca Trevigiana, recentemente sottoposto ad un intervento di ristrutturazione con il controllo della Soprintendenza, al fine di valutarne la sua sostenibilità ambientale, in modo particolare quella energetica. Trattandosi di un caso esemplificativo, sono prima stati illustrati i criteri di selezione e tutto il contesto di riferimento (storico, geografico, normativo, etc.). Utilizzando i dati a disposizione, è stato analizzato il sistema costruttivo dell'edificio e successivamente è stata realizzata una simulazione energetica delle prestazioni dell'edificio prima e dopo la realizzazione dell'intervento di ristrutturazione; per completare il quadro di valutazione, l'analisi di sostenibilità è stata estesa dall'edificio all'intero contesto urbano in cui esso si inserisce. Considerazioni finali e proposte migliorative mettono in evidenza la qualità energetico-ambientale del caso-studio.

7.1. L'ambito di indagine del progetto ATTESS e la scelta dell'edificio da analizzare

(a cura di Simonetta Chiovaro)

Il progetto ATTESS, in relazione alla metodologia adottata e alle risorse disponibili, ha operato una scelta operativa iniziale, ovvero ha concentrato la propria attenzione sull'*edilizia diffusa dei centri storici*, rimandando ad altra sede l'approfondimento degli altri ambiti di studio relativi al vasto ed articolato patrimonio architettonico.
Più nello specifico, tale scelta è stata effettuata sulla base di due considerazioni preliminari:
per *edilizia storica* si è voluto intendere quell'insieme di edifici realizzati con tecniche costruttive tradizionali, ovvero manufatti in cui l'uso di *materiali della tradizione costruttiva locale* si combina con l'impiego di *tecnologie pre-industriali*; tale definizione ha permesso di precisare anche un teorico limite cronologico all'ambito della ricerca individuabile nell'avvento del calcestruzzo in edilizia contestualmente al ricorso a tecnologie pre-industrializzate;
nella individuazione e caratterizzazione dell'edilizia storica si è ritenuto fondamentale considerare anche il contesto ambientale *antropizzato e naturale* in cui l'edificio è inserito o meglio di cui esso è parte costituente/integrante, individuando così tre ambiti di riferimento: ambiente urbano, periurbano ed extraurbano.

L'ambito di studio del progetto ATTESS può essere così evidenziato nello schema seguente:

PATRIMONIO ARCHITETTONICO – EDILIZIA STORICA		
Utilizzo di TECNICHE COSTRUTTIVE TRADIZIONALI		
	ISOLATO	**DIFFUSO**
Ambiente URBANO	*palazzi/palazzetti/chiese*	*edifici caratteristici del Centro Storico*
Ambiente PERI-URBANO	*villini con giardino*	*edifici caratteristici del tessuto urbano consolidato*
Ambiente EXTRA-URBANO	*ville/castelli/monasteri*	*borghi/insediamenti rurali/corti benedettine*

Per lo svolgimento della ricerca, inoltre, è stato individuato un iter metodologico articolato in due fasi operative:
la prima, di tipo analitico, prevede lo studio di un edificio storico già recuperato;
la seconda, di tipo sintetico e propositivo, alla luce dei risultati ottenuti nella prima fase della ricerca, prevedeva la formulazione di una serie di suggerimenti per intervenire sull'edilizia storica secondo i principi dell'edilizia sostenibile.
Passaggio fondamentale nello svolgimento della prima fase della ricerca è stata perciò la selezione di un edificio antico ubicato all'interno di un centro storico in area veneta, il quale fosse già stato sottoposto ad un intervento di restauro/ristrutturazione di tipo tradizionale, per poter valutare come gli aspetti oggetto della ricerca vengono trattati in un normale iter progettuale e realizzativo e per

poter inserire le nuove proposte, sia di carattere metodologico che operativo, all'interno di un quadro di riferimento già condiviso.

Tra i numerosi centri storici presenti nel vasto territorio regionale, è parso subito di notevole interesse, per gli scopi della ricerca, l'abitato storico di Serravalle, facente parte del Comune di Vittorio Veneto, il cui territorio ricade nella parte settentrionale della provincia di Treviso. L'Amministrazione Comunale, infatti, dal 2004 ha in corso di realizzazione il Programma Innovativo "Contratti di Quartiere II", che usufruisce di un finanziamento del Ministero dei Lavori Pubblici e della Regione Veneto per il recupero di alcuni edifici del centro storico.
Tale circostanza ha consentito di poter scegliere come caso da analizzare un edificio ed un intervento che possedevano, oltre ai requisiti di base ricercati, altri interessanti elementi di valutazione da considerare in fase di analisi:

- l'edificio è di proprietà pubblica e l'intervento è stato promosso e realizzato con forme di paternariato pubblico-privato
- l'area di intervento è il Centro Storico di Serravalle, sul quale si interviene puntualmente mediante il recupero di singoli edifici ma anche con opere di urbanizzazione primaria (intervento a scala urbana)
- la progettazione e la realizzazione degli interventi devono essere finalizzati ad incrementare sia la qualità del vivere lo spazio sia la sostenibilità
- gli interventi progettati dovevano prevedere il ricorso a tecnologie innovative (la metodologia di lavoro è stata proposta e coordinata dall'ENEA di Roma nell'ambito dell'Unità Scientifica Materiali e Nuove Tecnologie).

7.1.1. Il centro storico di Serravalle

Vittorio Veneto è un comune dell'Alta Marca Trevigiana, il cui territorio, il più vasto della provincia, è caratterizzato per la presenza di rilievi collinari e montuosi, trovandosi a ridosso delle Prealpi che lo separano dalla Valbelluna e dall'Alpago. La comunicazione tra la Marca Trevigiana e la provincia di Belluno avviene attraverso la Val Lapisina e la Sella di Fadalto
Da un punto di vista amministrativo, Vittorio Veneto è un comune di recente formazione (1866), nato dalla fusione di due importanti nuclei storici preesistenti: Ceneda a sud, sede vescovile, e Serravalle a nord, Podesteria della Repubblica veneta, anticamente contrapposti per assicurarsi il controllo economico, politico e religioso della zona.

Caratterizzato dalla forma allungata, parallela alla strada e al fiume Meschio, il nucleo di *Serravalle nasce costretto all'interno della valle formata dai monti Cucco e Marcantone*.

Serravalle, veduta della caratteristica insenatura tra i Monti Cucco e Marcantone

La città, però, deve la sua fortuna proprio a tale collocazione geografica che rendeva obbligatorio il transito delle merci della zona del Cadore, attraverso la Val Lapisina, verso Venezia.
Allo stesso modo, la presenza del fiume Meschio, lungo il cui corso si sono sviluppate numerose e diverse attività artigianali (mulini, fonderie, lavorazioni di lame) ha avuto pari importanza nello sviluppo economico della città.

Serravalle, veduta del Meschio da nord
Fonte: M. Girotto

Serravalle, veduta del Meschio da sud
Fonte: S. Chiovaro (2010)

Da un punto di vista climatico, a Vittorio Veneto gli inverni sono generalmente miti e le estati calde. In particolare, la zona di Serravalle gode di un clima che risente della vicinanza delle montagne e del benefico influsso dei laghi presenti nella vallata, quali il lago di S. Croce. Per questo anche nelle giornate estive più calde, a Serravalle è sempre possibile trovare una brezza ristoratrice e la temperatura si manifesta due o tre gradi più bassa rispetto al vicino centro di Ceneda.
E' in corso di elaborazione una campagna di monitoraggio e di acquisizione dati specifici per il centro storico di Serravalle, a cura dell'ENEA

Da un punto di vista storico, Serravalle nasce come insediamento fortificato di *origine romana*, passa attraverso le dominazioni di Goti e Visigoti, per trovare un momento di stabilità con la dominazione longobarda, periodo in cui al *castrum* si affianca il borgo cittadino. Sarà con la famiglia Da Camino che Serravalle assume un aspetto più definito con il castello sulla rupe che sbarra la valle e con le tre cerchie concentriche di mura.
Tutto il nucleo *intra moenia* si consolida durante il periodo della dominazione veneziana, con l'inserimento di importanti episodi architettonici di epoca rinascimentale, e rimane pressoché inalterato anche nel corso delle successive dominazioni, napoleonica ed austriaca.

La "forma della città" presenta un tessuto edilizio compatto, regolato da una precisa gerarchia tra le strade e gli edifici: la via maggiore porticata, le vie laterali di servizio, la zona industriale lungo il Meschio, la strada-mercato, le piazze esterne, le vie alzaie lungo il fiume.
I *tipi edilizi* sono assai prossimi a quelli severi e chiusi di Belluno, Feltre e Trento, anche se le facciate affrescate rivelano l'influsso trevigiano.
Gli edifici sono organizzati lungo gli assi viari principali della Calgranda (Via Martiri), della contrada Tiera (Via Casoni) e del borgo inferiore (Via Cavour) con portico pubblico, sviluppati in altezza, per il massimo sfruttamento fondiario, e riccamente definiti negli apparati decorativi.
Al XIX secolo risalgono invece alcuni importanti interventi sulla viabilità e sui principali spazi pubblici, secondo i gusti dell'epoca: l'adeguamento della strada di Alemagna, gli sventramenti di Piazza Flaminio, la demolizione della porta di San Lorenzo. Tali interventi, tuttavia, mantengono sostanzialmente inalterato il tessuto consolidato e si inseriscono come interventi puntuali, chiaramente individuabili ed in sé conclusi.
L'unione con Ceneda, avvenuta nella seconda metà del XIX secolo, determina il graduale abbandono di Serravalle ma contestualmente la conservazione della sua struttura originaria[52].

7.1.2. La variante alle NTA per gli interventi nei centri storici di Vittorio Veneto

Il territorio del Comune di Vittorio Veneto, oltre ai due principali centri di Ceneda e Serravalle, comprende altri quartieri e sobborghi, quali San Giacomo di Veglia, Costa e Salsa, e numerose frazioni e località sparse sulle pendici collinari.
L'Amministrazione Comunale nel 2004 ha predisposto una variante alle Norme Tecniche di Attuazione del PRG vigente da applicarsi *alle aree a agli edifici di antico impianto di interesse*

---

[52] Tutte le informazioni sul centro storico di Serravalle sono tratte da: *Il Contratto di Quartiere II – Serravalle. Progetto Definitivo*, Comune di Vittorio Veneto, 2006.

culturale ed ambientale presenti all'interno del territorio comunale, che, per il loro valore, possano o debbano essere conservati.
Questa variante "ha rivisitato tutta la schedatura proposta dal prof. Astengo negli anni Settanta del Novecento, aggiornando i dati e andando a prevedere un nuovo approccio alla progettazione e finalizzata al recupero non solo dei singoli edifici storici, ma anche degli spazi urbani che nel tempo hanno subito modificazioni ed alterazioni tali da comprometterne la qualità ambientale".
La normativa si applica ai seguenti ambiti:

- "zone A", con riferimento alle aree di centro storico, comprendendo sia i centri principali che quelli minori;
- "zone A1", con riferimento agli edifici, isolati o riuniti a gruppi, di interesse architettonico/ambientale;
- "edifici sparsi", con riferimento a unità edilizie isolate comprese in *ambiti agricoli*, delle quali è riconosciuto l'interesse architettonico e/o ambientale.

All'interno degli ambiti individuati dalla cartografia, le previsioni di piano si attuano mediante: *interventi edilizi diretti* oppure attraverso *comparti di intervento unitari*.

Al fine di regolare gli interventi edilizi diretti, la normativa opera la classificazione degli edifici e degli spazi liberi di cui gli insediamenti di interesse storico si compongono, in rapporto ai *caratteri tipologici* che ne identificano la conformazione fisica e ne distinguono la formazione; esso si fonda sul principio della corrispondenza tra tipologie classiche, interventi consentiti ed utilizzazioni compatibili.
A tale scopo il Comune ha elaborato una apposita Scheda normativa, che va compilata per ciascuna unità edilizia individuata nelle planimetrie cartografiche del Piano e che deve contenere le informazioni relative:

- ai sistemi insediativi individuati (localizzazione dell'edificio)
- all'Unità Urbana, se cioè l'edificio fa parte di un gruppo "di fabbricati che, attraverso le relazioni che intercorrono tra le singole unità, formano un insieme riconoscibile" (identificazione dei rapporti dell'unità edilizia con l'unità urbana)
- al grado di trasformazione dell'edificio rispetto ai caratteri tipologici di riferimento (unità edilizia integra, trasformata in modo reversibile, trasformata in modo irreversibile);
- al grado di protezione che si individua come il più coerente con tutte le informazioni raccolte.

La definizione urbanistica del grado di protezione costituisce il punto di partenza per stabilire le modalità di conservazione/trasformazione con cui è possibile intervenire su ogni edificio. Ad ogni Grado di protezione, quindi, il Comune associa una serie di interventi edilizi, perlopiù riconducibili ad una categoria tecnico-giuridica individuata per legge oppure appositamente definita e precisata[53].

Il grado di protezione attribuito dal Comune può essere modificato sulla base di ulteriori indagini sull'edificio che possano modificare il quadro conoscitivo delle sue caratteristiche, secondo quanto previsto dall'art. 12 delle NTA: "Modalità per la definizione del tipo di intervento architettonico sul fabbricato: il progetto di conoscenza".
Questo "Progetto di conoscenza" prevede una fase di "Indagine diretta sul manufatto" ed una di "Definizione del grado di trasformabilità", a cui segue una proposta di progetto di intervento.
La fase di indagine sul manufatto viene svolta attraverso la realizzazione di una serie di "rilievi", tra cui si ritiene interessante evidenziare il Rilievo morfologico costituito "*dall'insieme delle informazioni sulla natura e la lavorazione dei materiali*, sul degrado sia strutturale dell'edificio che

[53] A titolo esemplificativo: "Sono assoggettati a **grado di protezione 1** gli edifici ed i manufatti che *non hanno avuto alterazioni sostanziali dell'organismo edilizio e contribuiscono in maniera determinante a ricollegare l'organismo urbano a momenti significativi della sua storia e della sua cultura*.
Il grado di protezione 1 consente esclusivamente interventi volti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso (murature principali, strutture portanti verticali ed orizzontali, scale, rampe, orditura del tetto, elementi architettonici e decorativi, aperture, etc.), ne consentano destinazioni d'uso con essi compatibili. Esso comprende il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso. Prevede inoltre l'eliminazione degli elementi aggiunti avvenuti in epoca recente non integrati in modo coerente con i caratteri architettonici e storico-ambientali dell'edificio. L'impianto tipologico e le strutture architettoniche devono essere mantenuti o ripristinati nel caso di interventi di manomissione. Non sono quindi ammessi la ripartizione di androni, saloni, vani scala, mentre è consentita la divisione in più unità edilizie".

chimico dei materiali e sulle discontinuità degli intonaci e delle murature. Va condotto per parti rilevando con questo sistema tutti gli elementi conosciuti dell'edificio (…)".

L'Amministrazione Comunale, inoltre, prevede la possibilità di intervenire sull'edificato storico seguendo apposite "Norme per la sostenibilità" (art. 14): "*nel caso di interventi di recupero del patrimonio immobiliare esistente e di nuovi interventi nelle zone interessate dalla presente sezione normativa (*centri storici*) e per gli edifici sparsi devono essere applicate le attenzioni necessarie a ridurre il carico urbanistico degli interventi ed il consumo energetico dei fabbricati".*
Sarà cura dell'Amministrazione definire un Regolamento che fornisca norme e indirizzi per la "progettazione sostenibile", indichi le modalità di intervento e le agevolazioni fiscali "per chi si attenga a tali modalità". In particolare si ipotizza la riduzione degli oneri di urbanizzazione in maniera commisurata "all'entità degli adeguamenti biocompatibili applicati, quantificata secondo un punteggio assegnato alle diverse scelte in materia di tecniche costruttive e uso dei materiali.
Saranno favoriti gli interventi che prevedono: riscaldamento a pannelli radianti, caldaie a condensazione, pannelli solari o impianti fotovoltaici, isolamento delle murature, dei tetti e degli infissi, sistemi di compostaggio, cisterne per la raccolta delle acque piovane.
Tali tecniche sono applicabili per quanto compatibili con i gradi di protezione stabiliti per ciascuna unità edilizia ed in riferimento al sistema insediativo di pertinenza.

7.1.3. Il "Contratto di Quartiere II" di Serravalle

Come già precisato, il piccolo centro storico di Serravalle è stato oggetto di un "Contratto di Quartiere", ovvero di un articolato strumento di pianificazione territoriale e programmazione economica[54], che prevede la progettazione e realizzazione di un insieme organico di interventi e programmi di carattere edilizio, infrastrutturale, sociale e culturale, che hanno come obiettivo la rigenerazione di un'area della città.
Le principali caratteristiche di questo tipo di programmi di intervento sono:

- la riorganizzazione di un intero quartiere attraverso un processo di partecipazione attivo e propositivo dei suoi abitanti e mediante l'utilizzo di tecnologie innovative
- la realizzazione mediante forme di partenariato pubblico-privato
- gli interventi da progettare devono riguardare prioritariamente complessi di EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA (ERP) (riqualificazione di ambiti urbani con problematiche legate alla scarsa qualità abitativa)
- deve essere previsto il coinvolgimento di associazioni, soggetti no-profit, operatori di servizi, per realizzare non solo una ristrutturazione edilizia ma anche una riorganizzazione dell'intero quartiere, tenendo conto delle persone che ci vivono e delle relazioni che esistono al suo interno
- approccio di tipo innovativo alla progettazione e alla realizzazione degli interventi, al fine di assicurare un incremento sia della qualità del vivere lo spazio sia della sostenibilità.
- il programma non è specifico per i centri storici.

Il Comune di Vittorio Veneto ha partecipato al bando di finanziamento del 2004, scegliendo come parte del suo territorio da riqualificare il quartiere di Serravalle, perché in questo ambito erano evidenti alcune problematiche che rispondevano bene ai requisiti del bando:

- carenze nelle infrastrutture (parcheggi e aree a verde del quartiere)
- progressivo abbandono del quartiere da parte degli abitanti e conseguente
- scadimento della qualità del vivere della comunità
- presenza di numerosi edifici pubblici in degrado e privi di funzione.

All'interno del perimetro di progetto sono stati individuati alcuni punti sui quali intervenire con opere di riqualificazione ed adeguamento, ma contemporaneamente il programma ha cercato di creare un sistema tra i diversi interventi realizzati sui singoli immobili, in parte di proprietà pubblica ed in parte privata, all'interno del quartiere.

---

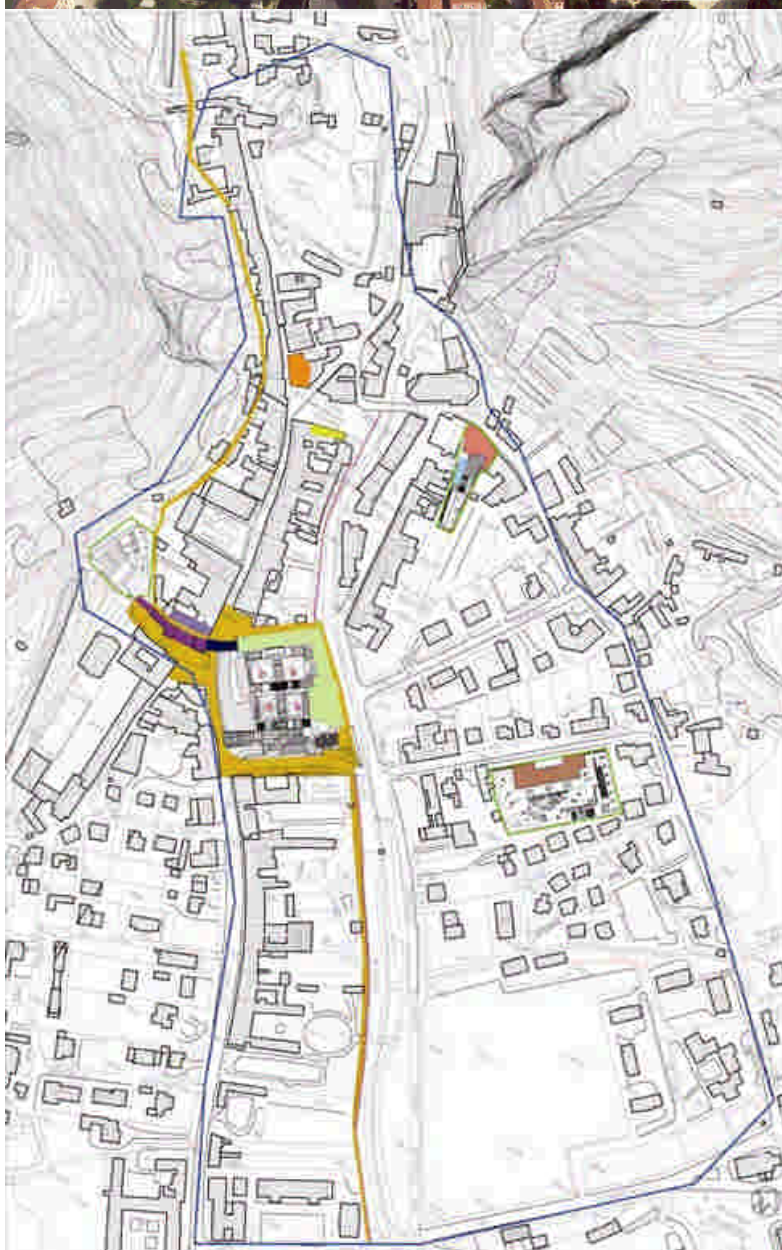
[54] I Contratti di Quartiere, promossi nel 1998 dal Ministero dei Lavori Pubblici, rientrano nell'ambito dei "Programmi Complessi". Tali strumenti hanno come oggetto la **riqualificazione urbana**, ovvero la definizione e realizzazione di quell'insieme di interventi finalizzati al miglioramento della qualità della vita negli ambiti urbani e nei centri storici e a promuovere lo sviluppo economico-sociale e la competitività del territorio su cui agisce.
Oltre ai Contratti di Quartiere si ricordano: i Programmi di Recupero Urbano, i Piani Integrati di Intervento, i Programmi Urbani Complessi.

I "Contratti di Quartiere II – Serravalle" interessano un ambito di circa 90.000 mq e comprende diverse tipologie d'intervento:
il restauro/ristrutturazione di cinque edifici di interesse storico-architettonico:

- Restauro Palazzo Todesco
- Ristrutturazione Palazzo Piazzoni
- Ristrutturazione Palazzo "ex Carceri"
- Ristrutturazione Ala ovest "ex Ospedale"
- Ristrutturazione Palazzo "ex Monte dei Pegni"
- la sistemazione di due aree verdi
- opere di regimazione idraulica
- la nuova realizzazione di un parcheggio interrato, una piazza pubblica e un percorso ciclo-pedonale.

Trattandosi di interventi nel centro storico, con alcuni progetti relativi ad immobili vincolati, alla realizzazione del Programma ha partecipato anche la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici, la quale è intervenuta non solo come Ente preposto al controllo dei progetti/interventi finanziati, ma è stata coinvolta nella realizzazione del programma come parte del Comitato Scientifico che ha costantemente verificato la rispondenza degli interventi alle finalità di conservazione dell'edificato storico.

Inoltre, l'ENEA, nell'ambito dell'Unità Scientifica *Materiali e Nuove Tecnologie*, ha proposto e coordinato una nuova metodologia di lavoro, finalizzata ad acquisire gli strumenti conoscitivi preliminari al processo progettuale; essa si è suddivisa in:
A - FASE CONOSCITIVA : indagini sul manufatto architettonico (rilievo diretto ed indiretto, analisi macroscopiche del degrado), indagini ambientali, indagini strumentali, analisi energetiche, analisi dei consumi
B - FASE DI ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI: determinazione del micro-macro clima, caratterizzazione dei materiali (caratteristiche fisico-chimiche, mineralogico-petrografiche), caratterizzazioni energetiche, fabbisogni energetici.

Veduta aerea di Serravalle

Planimetria con evidenziati gli interventi ricompresi nel programma "Contratti di Quartiere II"

7.1.4. L'edificio denominato "Palazzo Ex-Carceri" in Via Piai

Tra gli edifici inclusi nel programma, sulla base delle indicazioni e della documentazione fornita dall'Amministrazione Comunale, è stato selezionato come caso da analizzare l'edificio denominato "Palazzo Ex-Carceri", sebbene l'edificio storicamente non sia mai stato adibito a tale funzione.

L'edificio è ubicato nel settore sud-occidentale dell'abitato storico, in prossimità del declivio collinare, a vegetazione naturale, che abbraccia e conclude il perimetro del centro abitato.
Esso occupa un lotto *d'angolo*, a forte valenza urbana: qui infatti oggi convergono tre tracciati stradali di diversa gerarchia e conformazione, dando luogo ad una piccola *piazza* architettonicamente ben connotata (Piazza Vecellio) e posta proprio sul retro della Torre dell'Orologio, trasformazione ottocentesca di un'antica porta cittadina.

Figura. Inquadramento.

Assecondando la conformazione della maglia viaria e le trasformazioni architettonico-urbanistiche del tessuto urbano, l'edificio si presenta all'esterno e all'interno come la sommatoria di due unità edilizie, che le stratificazioni del tempo hanno trasformato in un edificio solo apparentemente unitario.
Caratterizzato da un significativo sviluppo longitudinale secondo la direttrice est-ovest, esso si sviluppa su tre piani più una soffitta per una volumetria totale pari a circa mc. 2800.

All'esterno l'edificio manifesta una discordanza tra gerarchia dei prospetti e sviluppo lineare: il fronte principale (prospetto sud), infatti, si conforma in modo severo seguendo le irregolarità della stretta sede stradale di cui segna il limite settentrionale, mentre il fronte laterale (prospetto est) appare ben connotato e si apre con un portico al piano terra allineato con gli altri palazzi e con i percorsi pedonali storici.

Le strutture murarie lasciano ipotizzare che la configurazione attuale derivi dall'unione di due corpi di fabbrica contigui: il primo definisce con rilevanza quasi monumentale (prospetto con portico su colonne al piano terra) l'angolo tra le due vie principali e si caratterizza all'interno per la presenza di un'originale scala in pietra a sviluppo elicoidale con coppie di colonne e semicolonne a sostegno e configurazione dei pianerottoli; il secondo corpo, con murature di significativo spessore, si sviluppa lungo la Via Piai, in modo simile agli altri edifici che si attestano sulla stessa stretta via ed è servito da un proprio corpo scala a sviluppo lineare. Elemento di interesse è anche un ambiente al piano terra, posto ad ovest rispetto alla scala in pietra, un tempo destinato a cantina: lo spazio, destinato a contenere botti di grosse dimensioni, è infatti scandito dalla presenza di due file simmetriche di colonne in rovere a sostegno delle travi longitudinali del primo solaio.
L'edificio, sulla base di considerazioni stilistiche, è "databile al XVIII secolo", ma non si può escludere che a tale epoca risalga la generale ristrutturazione di una fabbrica preesistente, mentre sono evidenti e caratterizzati gli interventi riconducibili al sec. XIX.

Fronte sud su Via Piai

Fronte est su Piazza Vecellio

Scala semielicoidale presente nel corpo ad ovest

Stato di conservazione

L'edificio, prima dell'intervento, si presentava in uno stato di conservazione non omogeneo e rendeva riconoscibile un intervento di ristrutturazione risalente agli anni Sessanta del Novecento; in particolare, il settore est, corrispondente al vano scala in pietra e all'attiguo portico, era in buono stato, mentre la parte dell'edificio prospiciente la stretta via Piai era in stato di forte degrado, soprattutto in seguito a consistenti fenomeni di umidità da risalita che avevano compromesso intonaci, murature e controsoffitti.

Nel corso della sua storia, l'edificio, inoltre, aveva più volte variato la sua destinazione d'uso: attività commerciali al PT lato est (portico), uffici sopra al negozio, appartamenti ed ambulatori medici al piano secondo; prima dell'intervento risultava inutilizzato.

7.1.5. Il progetto e l'intervento di ristrutturazione

Il progetto preliminare

In linea con quanto previsto dal programma di finanziamento, nella fase di progettazione preliminare è stato proposto di adibire l'edificio a residenza ERP, ricavando 6 appartamenti al primo e secondo piano e spazi collettivi ad uso della residenza al piano terra.
La nuova destinazione d'uso è stata valutata *compatibile* con i caratteri storico-architettonici dell'edificio, per i quali il progetto prevedeva interventi di restauro conservativo.

Il progetto definitivo

Nella fase di progettazione definitiva sono stati meglio esplicitati i requisiti previsti dal bando dei "Contratti di Quartiere" e, riconfermando la destinazione d'uso, sono stati individuati:

<u>Interventi di tipo tradizionale</u>

- restauro e consolidamento degli elementi strutturali e di finitura
- formazione di nuove partizioni interne
- inserimento dell'impiantistica necessaria alla nuova destinazione d'uso

<u>Interventi per il risparmio energetico</u>

- controsoffittature ed isolamenti termici in fibra di legno
- impianti a bassa temperatura e consumo e ad alto rendimento
- sistemi di automazione domestica per il controllo/gestione degli impianti (domotica)

<u>Materiali</u>

- conservazione dei materiali originali ed eventuale integrazioni con materiali "simili"
- i materiali utilizzati per le finiture saranno tutti ecocompatibili e rispettosi delle
- "normative della bioedilizia".

Il progetto esecutivo

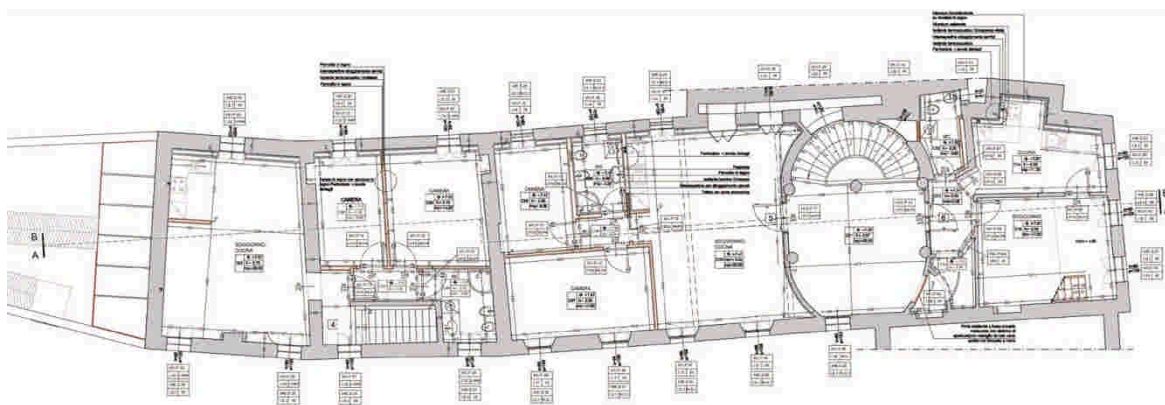
In fase esecutiva, il progetto è stato sostanzialmente rivisto soprattutto nella distribuzione dei nuovi spazi interni, al fine di preservare la leggibilità degli spazi interni nella loro originaria configurazione, sia strutturale che negli elementi di finitura.
Il progetto, inoltre, ha optato delle scelte chiaramente finalizzate al *restauro conservativo*, sia degli elementi strutturali (mantenimento e restauro di tutti i solai lignei e della copertura), sia degli elementi di finitura (intonaci esterni, infissi interni ed esterni, pavimentazioni, elementi di arredo interno).
Contemporaneamente, per rendere l'edificio conforme alla nuova destinazione d'uso, il progetto ha previsto un inserimento minimo di *nuovi elementi e materiali*, articolato a seconda delle caratteristiche degli ambienti:

- su tutta la parete nord, a partire dal piano primo, è stato addossata alla parete esistente, in muratura mista o pietra locale, una nuova controparete così composta: isolante Ondapan, intercapedine d'aria, tavolato e intonaco termoisolante;
- nelle pareti divisorie dei blocchi bagno-cucina, interposizione di isolante termoacustico tipo "Ondapan";
- al primo piano, i pavimenti in calcestruzzo o in pvc sono stati sostituti con pavimento in legno su massetto di allettamento, con sottostante isolante acustico su nuovo tavolato in abete, mentre il solaio ligneo con travi e tavolato è stato recuperato (lo spessore di tali solai è notevolmente aumentato variando dai 30 ai 45 cm.); i pavimenti alla palladiana sono stati recuperati, mentre negli spazi destinati ad alloggi il controsoffitto con arelle è stato sostituito con altro in cartongesso.
- al secondo piano, in luogo del tavolato o del pvc è stato realizzato un pavimento in larice, su fondo costituito da Knauf Brio su solaio in legno (tavolato in abete, travi, camera d'aria isolante termoacustico e cartongesso al posto di arelle). Tale partizione orizzontale è stata usata anche per la realizzazione del pavimento del soppalco;
- gli infissi sono stati perlopiù recuperati, mentre la componente vetrata è stata sostituita con vetrocamera (3+3 tipo Optiterm) o vetro accoppiato;
- sulle aperture del fronte nord sono state inserite delle controfinestre in vetro, posizionate tra il serramento interno e il serramento oscurante esterno
- stesura di intonaco interno termoisolante a base di miscele di mais e sughero; presentando ottime caratteristiche termofonoassorbenti è stato applicato sulla controparete a nord e sulle pareti del vano scala all'interno delle unità abitative.

Infine, il progetto ha previsto la totale sostituzione di tutti i sistemi impiantistici, optando per le seguenti soluzioni:

- sistema di riscaldamento tradizionale a radiatori con distribuzione del fluido termico ad alta temperatura
- unico gruppo termico centralizzato (anche per la produzione di ACS) >>> due vani tecnici realizzati ex-novo a ridosso del prospetto ovest dell'edificio, al posto di una superfetazione da demolire, per alloggiare gli impianti necessari alla produzione + distribuzione + contabilizzazione
- formazione di un cavedio tecnico a pavimento di larghezza idonea a contenere le tubazioni (impianto termico e adduzione idrica).

E' stata inoltre inserita una cisterna sotterranea per il recupero delle acque piovane.

Progetto esecutivo – Sezione longitudinale

Progetto esecutivo – Pianta piano secondo

7.2. Il sistema costruttivo dell'edificio "Ex Carceri"

(a cura di Alessandra Biasi)

L'analisi dei materiali e delle tecniche costruttive originarie del palazzo ex Carceri è tratta dalle informazioni inerenti il progetto di restauro del 2007 oltre che dall'osservazione diretta, limitata al vaglio di quanto conservato o altresì documentato.

LA COPERTURA
La struttura a doppio spiovente con manto di copertura in coppi, riprende la tipologia di copertura prevalente in area veneta. La connotazione tipologica e strutturale dello schema costruttivo si coniuga strettamente con le peculiarità formali: colorazione e consistenza materica del manto laterizio concorrono infatti a caratterizzare l'architettura dell'edificio, in stretta assonanza con il contesto urbano cui lo stesso appartiene. Il declivio del terreno retrostante, ne promuove nello specifico l'apprezzamento da un punto di vista elevato. L'inclinazione delle falde, che secondo la storiografia antica risultava tanto maggiore quanto lo erano la piovosità/nevosità della zona ed il coefficiente di attrito del materiale di copertura impiegato, rientra in realtà nella media della zona che si aggira intorno ai 18 gradi (in antico oscillava tra i 18 e 33 gradi). La tipologia canonica della capriata, affiancata a quella della palladiana, con doppia catena e doppi monaci, si diffonde largamente in Veneto conservando, pur nelle numerosissime varianti, lo schema di base. Nel caso in esame, la grossa armatura si compone di travi e capriate in abete verosimilmente proveniente dalle aree del bellunese, disposte a distanze approssimativamente uguali, così da ripartire omogeneamente il carico rispetto alla lunghezza delle falde. Gli elementi, realizzati in legno lavorato ad ascia sono collocati lungo le linee di colmo, di displuvio, di massima pendenza (puntoni). Segue la piccola armatura composta da correnti longitudinali (arcarecci), travicelli e correntini in abete lavorati a sega, destinata a reggere il manto di copertura consistente in tegole piane, poggiate direttamente sulla piccola armatura, su sono alloggiati i coppi. La grossa armatura presenta capriate semplici composte da catena e puntoni attestati sul monaco, coadiuvati occasionalmente da saettoni, con inserimento diretto nella muratura del giunto tra puntone e catena. Una risoluzione cui fa riscontro un'accentuazione circostanziata del degrado. I giunti tra ometto e puntoni, così come tra catena e ometto non prevedono l'impiego di staffe metalliche di raccordo a discapito della stabilità della struttura. Il monaco si presenta nella duplice versione: sospeso e fisso, in entrambi i casi senza staffa di raccordo, con funzione rispettivamente di solo appoggio dei puntoni o altresì sostegno della medesima. Nel caso del monaco adagiato sulla catena, lo stesso – viepiù se sollecitato a trazione dai saettoni - trasmette una sollecitazione a flessione alla catena con possibile deformazione della stessa. Dato effettivamente riscontrabile nel caso in esame.
Rimarchevole è la rappresentazione ricostruttiva delle incavallature lignee (capriate) con terminologia vitruviana, operata da Andrea Palladio che propone la rappresentazione ricostruttiva delle incavallature lignee (capriate) – da cui l'architetto deriva i modelli ideati e diffusi in area veneta - con terminologia vitruviana.

I SOLAI
I solai presentano una semplice struttura in travi di abete a sezione rettangolare, con tavolato soprastante poggiante direttamente sulla travatura ed ancorato alle travi tramite chiodatura.. Trattasi della tipologia di solaio a orditura semplice maggiormente diffusa in area veneta. Il sistema di vincolo a parete prevede l'alloggiamento ad incasso (incastro) delle travi nella muratura, con realizzazione del foro contestuale all'erezione delle murature. In un caso si ha la soluzione con appoggio su dormiente parzialmente inserito nella muratura. L'orditura lignea, non concepita per essere lasciata a vista, è schermata inferiormente da una controsoffittatura in incannucciato, secondo una prassi che si afferma nel XVII secolo.

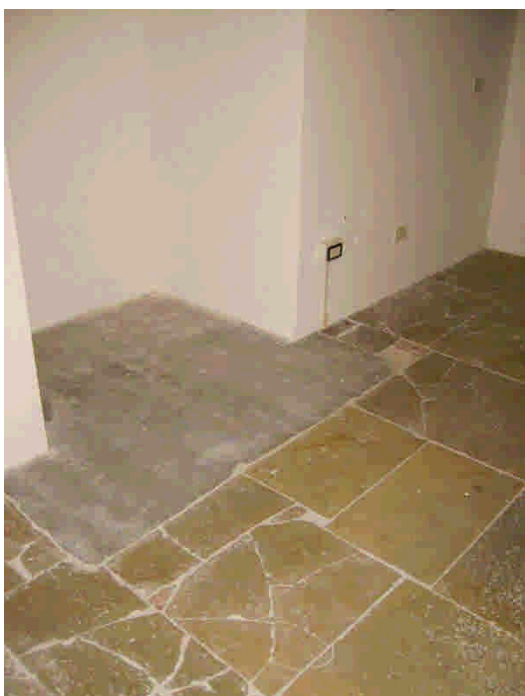
LE CONTROSOFFITTATURE
In origine l'edificio presentava controsoffittature in piano, realizzate in intonaco su stuoia di canne ancorata alle travi tramite chiodatura e legatura così come si evince dalle fotografie allegate al progetto. Tale tecnica, i cui referenti storici sono direttamente ascrivibili alla pratica costruttiva romana (Pompei ed Ercolano recano tracce leggibili di questa tecnica), trova largo impiego a partire dal Settecento come espediente per abbassare le altezze dei piani o mascherare la grossa orditura di coperture e solai, inidonee ad essere lasciate a vista. Le controsoffittature dell'edificio, verosimilmente degradate, sono state in gran parte rimosse e sostituite con pannelli in doppia lastra di cartongesso.

LE MURATURE PERIMETRALI E DIVISORIE
In linea orientativa, le murature di telaio (esterne) e quelle divisorie (interne), entrambe con funzione portante, sono riconducibili alla tipologia delle murature ordinarie di pietrame naturale a pezzature diverse, con legante a base di calce. Non si esclude l'impiego di laterizi in frammenti con funzione di riempimento della muratura piuttosto che in corsi, modalità destinata al controllo in opera del livellamento di murature di maggior e diverso impegno. Difficile il vaglio delle tecniche costruttive delle pareti di tamponamento (correntemente in tecnica mista con impiego di incannucciato e legno o listelli di legno intonacati) non rilevate.

Palazzo Todesco a Serravalle di Vittorio Veneto (TV): sezione muraria

Edificio in Piazza Flaminio a Serravalle di Vittorio Veneto (TV): struttura lignea di parete divisoria interna

LE PAVIMENTAZIONI

L'edificio include vari tipologie pavimentali. Al piano terra sono presenti pavimentazioni in terrazzo alla veneziana, in pietra di Castellavazzo e acciottolato; al primo piano in terrazzo e legno; al secondo in pietra di Castellavazzo e legno; nel sottotetto nuovamente legno. Le pavimentazioni in legno come accennato si compongono di un semplice tavolato in abete, ancorato tramite chiodatura e legatura alle travi del solaio. Il così detto terrazzo alla veneziana, derivato dalla tecnica romana dell'*opus signitum* (conglomerato a base di calce, pozzolana, sassi di piccola dimensione battuto e livellato) ampiamente diffusa in area italica sin dall'antichità, prevede tradizionalmente la messa in opera di 3 strati con relativa battitura, rullatura e livellamento; i primi due a base di malta di calce e frantumi di laterizi a diverse granulometrie (coccio pesto), il terzo, a base di malta di calce colorata, con semina finale di inerti colorati a granulometria medio piccola. Difficile allo stato attuale stabilire l'effettiva composizione e sequenza stratigrafia del terrazzo presente in sito. Relativamente alla pavimentazione in pietra, destinata ad ambienti le cui destinazioni evidentemente richiedevano l'utilizzo di materiali resistenti all'usura, si riscontra l'impiego di elementi lapidei a pezzatura naturale, quali ciottoli di fiume, allettati su uno stato di malta al piano terra; lastre di pietra di Castellavazzo squadrate e levigate, al piano terra e secondo piano, anch'esse allettate su malte di calce.

INTONACO

Le murature di telaio e divisorie, si presentano intonacate secondo una tradizione consolidata in area veneta. Il progetto di restauro non ne documenta la composizione e reale consistenza prima dell'intervento, pertanto in linea orientativa se ne può ipotizzare una struttura iniziale a due strati con rinzaffo e arriccio a base di calce ed eventuale scialbatura come finitura. Tale indicazione, basata sul riscontro delle correnti tecniche storiche, non tiene ovviamente conto della reale stratigrafia dell'intonaco corrispettiva alle fasi seguite alla realizzazione iniziale.
Tracce di decorazione a stucco, riferibile al XIII secolo, sono presenti in un ambiente del primo piano.

INFISSI

Gli infissi, in legno, presentano ai vari livelli la tradizionale tipologia ad infisso esterno (scuro) ed interno (finestra); al primo livello, in alternanza, infisso interno (finestra) e grata metallica. Risultano in gran parte restaurati o altresì sostituiti, ove fortemente degradati o mancanti, con nuovi infissi conformi alla tipologia esistente.

7.3. La simulazione energetica di tipo dinamico prima e dopo l'intervento

(a cura di Fabio Peron, Silvia Niero)

I recenti sviluppi sulla legislazione e sulla normativa tecnica di riferimento in materia di contenimento dei consumi energetici richiedono un'analisi dettagliata del fabbisogno energetico degli edifici.

I sistemi di calcolo utilizzati nella pratica progettuale e nella verifica energetica si basano su modelli stazionari del comportamento dell'edificio opportunamente corretti in modo da tenere conto delle oscillazioni di temperatura esterna e della variabilità della radiazione solare. Alcuni aspetti relativi alla reale prestazione energetica degli edifici possono essere però affrontati soltanto attraverso modellazioni in regime dinamico.

Ad oggi è sempre più sentita la necessità di disporre di software di calcolo che consentano di valutare in maniera dettagliata i consumi energetici per il riscaldamento e raffrescamento, le condizioni di comfort termico e visivo. L'esigenza di determinare le grandezze che caratterizzano le prestazioni energetiche del sistema edificio - impianto è supportata anche dalle richieste contenute non solo nei decreti legislativi nazionali e regionali riguardanti il risparmio energetico, ma anche nei protocolli di valutazione della sostenibilità ambientale delle costruzioni.

La norma tecnica di riferimento nazionale per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici è la UNI EN ISO 13790:2008, riguardante sia il riscaldamento che il raffrescamento degli edifici. Essa definisce una metodologia generale suddivisa in tipologie di calcolo dettagliate e semplificate a cui fanno riferimento altre norme di supporto. Molti software di calcolo commerciali che implementano il metodo di calcolo di tale norma si basano quasi esclusivamente sul regime quasi - stazionario, svolgendo i calcoli con passo temporale mensile o annuale.

In realtà nell'analisi delle prestazioni energetiche degli edifici è ormai diffuso anche l'utilizzo di software di simulazione dinamica, che utilizzano un passo temporale orario con possibilità di descrivere in maniera dettagliata (in particolare nel periodo estivo) il comportamento termico degli ambienti, dell'involucro edilizio e anche dei componenti dell'impianto. Tali software sono sicuramente uno strumento importante per una corretta analisi energetica degli edifici ed anche per supportare il tecnico nella ottimizzazione della progettazione.
Nel seguito viene presentato un esempio di applicazione di uno di questi strumenti al Palazzo Ex Carceri a Serravalle di Vittorio Veneto (TV).

7.3.1. Modelli matematici per la simulazione del comportamento energetico di un edificio

Il punto di partenza per un bilancio energetico dell'edificio è la messa a fuoco dell'andamento dei flussi di energia attraverso l'involucro. Questi dipendono da:

- condizioni climatiche esterne (temperatura, irraggiamento solare, velocità del vento ecc.)
- caratteristiche termo-fisiche e radiative delle superfici trasparenti e opache che costituiscono l'involucro;
- caratteristiche dell'ambiente interno.

Le superfici esterne vetrate sono attraversate da flussi termici di natura sia conduttiva sia radiativa. Tra questi flussi, quelli generati da apporti di origine solare influenzano grandemente le condizioni termiche all'interno dell'edificio. Inoltre, essendo esse caratterizzate da una capacità termica trascurabile, i flussi di calore radiativi o conduttivi che attraversano le superfici vetrate si traducono istantaneamente in guadagni termici per l'edificio.
Le dinamiche capacitive dell'ambiente della struttura sono quindi legate soltanto alle proprietà di accumulo delle componenti opache, che in tal caso sono rappresentate dal suo pavimento e dai muri di confine. Queste strutture sono in grado di accumulare energia termica e di rilasciarla in periodi di tempo successivi modificando sostanzialmente l'andamento della temperatura all'interno dell'edificio.

La simulazione termica di ambienti confinati può essere affrontata mediante modelli che risolvono il bilancio termico sull'ambiente, utilizzando una formulazione numerica che permette di legare l'istante di tempo in cui un contributo termico appare all'istante di tempo in cui lo stesso contributo agisce come carico sull'aria dell'ambiente esaminato. Il sistema studiato viene diviso in zone termiche: ogni zona termica è caratterizzata da una determinata condizione termoigrometrica che vuole essere mantenuta e da un certo profilo di apporti endogeni (luci, apparecchi, persone).

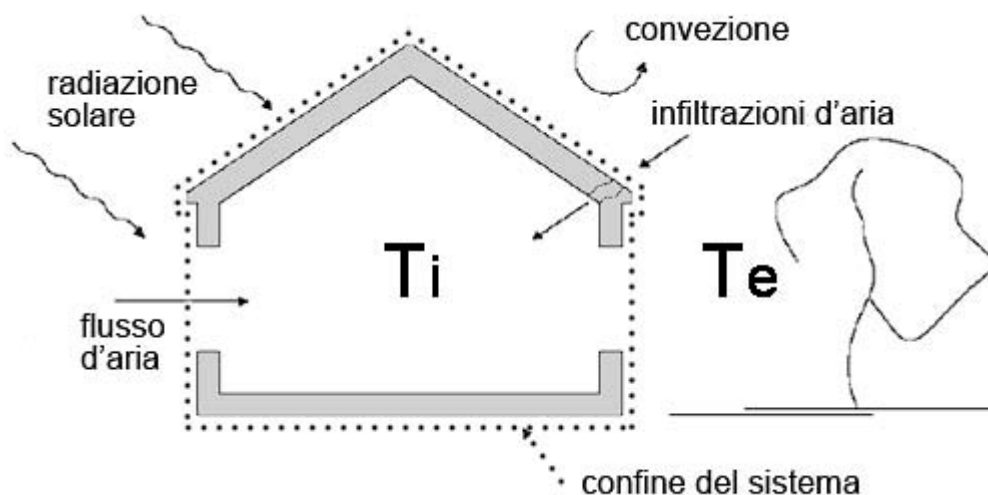



Figura. Flussi di energia attraverso l'involucro di un edificio

Esistono diversi software commerciali in grado di seguire nel tempo con passi orari l'evoluzione del comportamento energetico di un edificio e tra questi si possono ricordare: Energy+, IES, esp-r, TRNSYS. In essi vengono introdotti come dati di input per il modello i dati climatici della località considerata, la geometria del sistema, le proprietà termofisiche delle strutture e gli apporti interni. Il risultato della simulazione effettuata sul sistema esaminato sono i profili orari di temperatura e umidità relativa nelle varie zone, i flussi di energia e i consumi sempre con passo orario.

7.3.1.1. Il software di simulazione dinamica: Trnsys

Il modello numerico qui utilizzato è stato TRNSYS (Transient System Simulation Program).
Esso nasce negli anni ottanta nel Laboratorio di Energia solare dell'Università del Wisconsin (USA) e si è successivamente sviluppato ad opera di più persone, e in molti anni sino ad arrivare alla sua diciassettesima edizione nel 2010.
Le finalità di questo codice, cosi come di tutti gli altri programmi, è quello di offrire all'operatore la possibilità di studiare qualsiasi sistema fisico reale, descrivendone il comportamento dei singoli componenti del sistema attraverso un modello matematico.
E' un programma per lo studio e la simulazione di sistemi in regime transitorio con struttura modulare, risulta essere altamente flessibile ad ogni esigenza di simulazione e si presta ad eventuali personalizzazioni o modifiche.
La scelta di utilizzare questo programma di calcolo su personal computer nasce dal preciso desiderio di analizzare il comportamento di un qualsiasi edificio in regime dinamico o transitorio, attraverso delle simulazioni che si propongono di rappresentare il fenomeno fisico nel modo più realistico possibile.
Ricorriamo alla simulazione dinamica quando dobbiamo studiare un certo arco temporale in cui tutte le variabili sono dipendenti dal fattore tempo, e cambiano il loro valore istante dopo istante,
Il periodo di tempo, preso in considerazione nella simulazione, viene definito "passo" della simulazione e all'interno di un passo, tutte le variabili sono determinate.
La simulazione dinamica comporta quindi, la risoluzione di numerose equazioni ad ogni passo temporale (timestep). Il tipo di calcolo è chiamato iterativo, detto di convergenza, comparando i risultati ottenuti in determinazioni successive con una tolleranza d'errore prefissata dall'utente.
Una pecularietà del programma TRNSYS, è la sua struttura modulare. Questo garantisce una grande versatilità d'uso, praticamente senza limiti nelle sue possibilità di combinazione dei diversi componenti, legati da diverse relazioni tra loro.

7.3.2. Analisi del contesto ambientale del caso-studio

Un corretto studio del comportamento di un edificio deve partire dalla conoscenza dei dati climatici di riferimento relativi alla specifica località.
Sono molti gli organismi che si occupano di rilevazioni meteorologiche sul territorio, sia a livello locale che nazionale, che sovranazionale. Oltre alle già citate Agenzie Regionali per la Prevenzione e Protezione Ambientale, un elenco dei centri che si occupano di meteorologia si può trovare nel sito ufficiale della Società Meteorologica Italiana (SMI), la maggiore associazione nazionale per lo studio e la divulgazione di meteorologia, climatologia e glaciologia

Le simulazioni in regime dinamico necessitano della conoscenza dei valori orari di una serie di grandezze climatiche. In particolare è quindi necessario avere a disposizione un file di ingresso che caratterizza il contesto climatico e che riporta per le 8760 ore di un anno le seguenti informazioni:

- mese, giorno e ora,
- l'intensità della radiazione diretta sul piano orizzontale,
- l'intensità della radiazione diffusa sul piano orizzontale,
- la temperatura a bulbo secca dell'aria esterna,
- la velocità del vento;
- l'umidità relativa,

Ricordando però che per avere dei dati statisticamente significativi bisognerebbe monitorare una località per un periodo di almeno 10 anni, è evidente che questo non sempre è possibile per la località sito di progetto. Prassi comune, tra i progettisti è allora quella di ricondursi ai dati delle località più vicine disponibili. Nel caso specifico i dati degli aeroporti di Istrana e Treviso S. Angelo.
.
Una ulteriore possibilità è quella di ricostruire con opportuni modelli i valori orari a partire dai dati medi delle diverse grandezze. La normativa UNI 10349 fornisce i dati climatici medi convenzionali necessari per la progettazione e la verifica sia degli edifici sia degli impianti tecnici per il riscaldamento ed il raffrescamento. I dati presentati si raggruppano in dati climatici giornalieri medi mensili e in dati di progetto distinti per i capoluoghi di provincia italiani ordinati per sigla di provincia e per ogni mese dell'anno.
A partire dai dati per Vittorio Veneto si sono ricostruiti con una specifica routine del programma di simulazione gli andamenti orari delle grandezze.

Dati geografici e climatici (UNI 10349)	Vittorio Veneto
Altezza sul livello del mare	138
Latitudine	45°, 49' N
Longitudine	12°, 10' E
Gradi giorno	2657
Zona climatica (DPR 412/93)	E
Zona di vento	2
Velocità giornal. media annuale del vento m/s	1,0
Direzione prevalente	NE

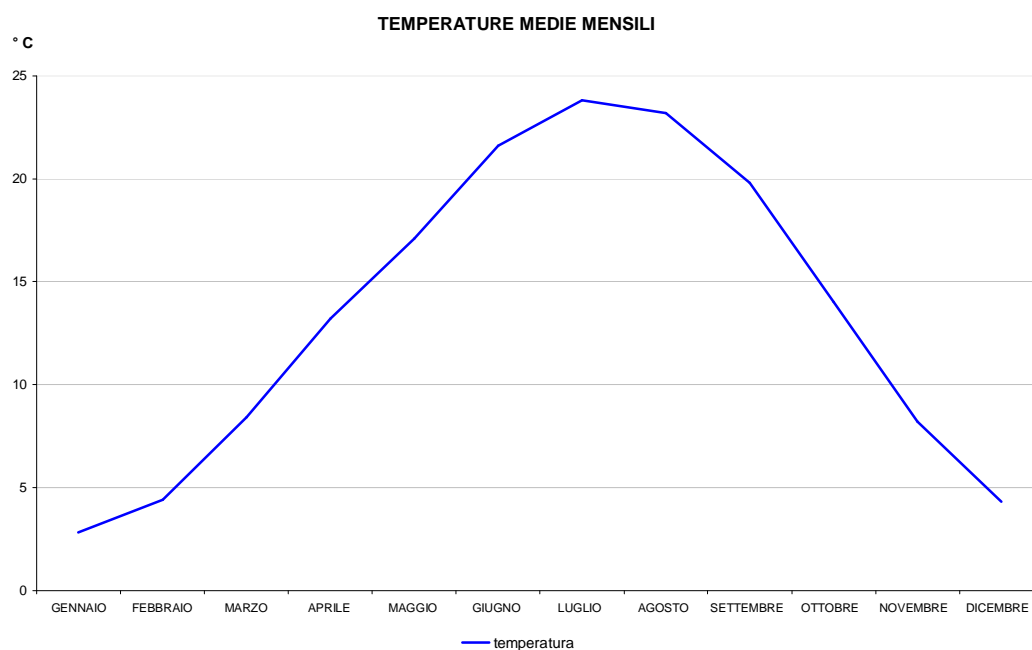



Figura. Grafico temperature medie mensili a Vittorio Veneto

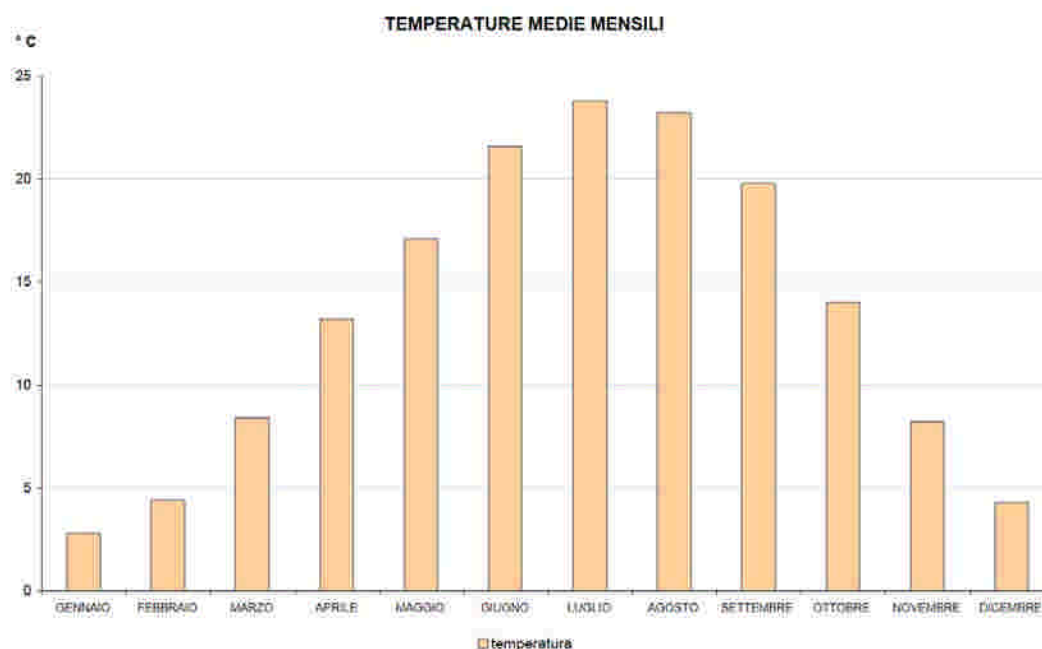



Figura. Istogramma temperature medie mensili a Vittorio Veneto

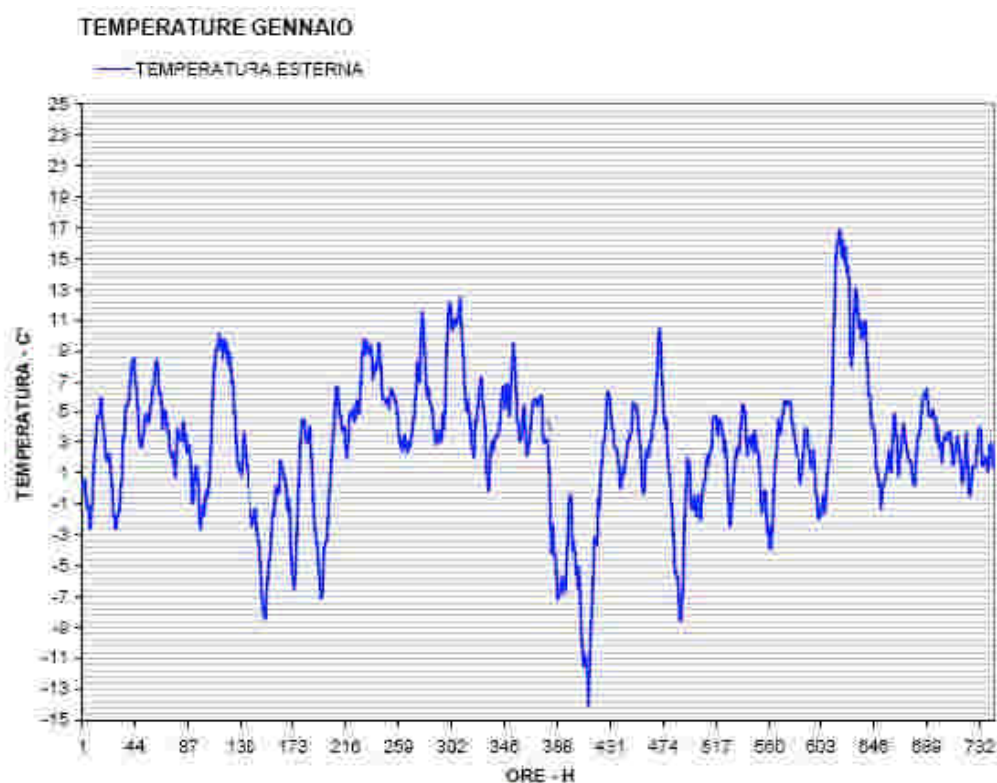



Figura. Temperature orarie del mese di GENNAIO a Vittorio Veneto

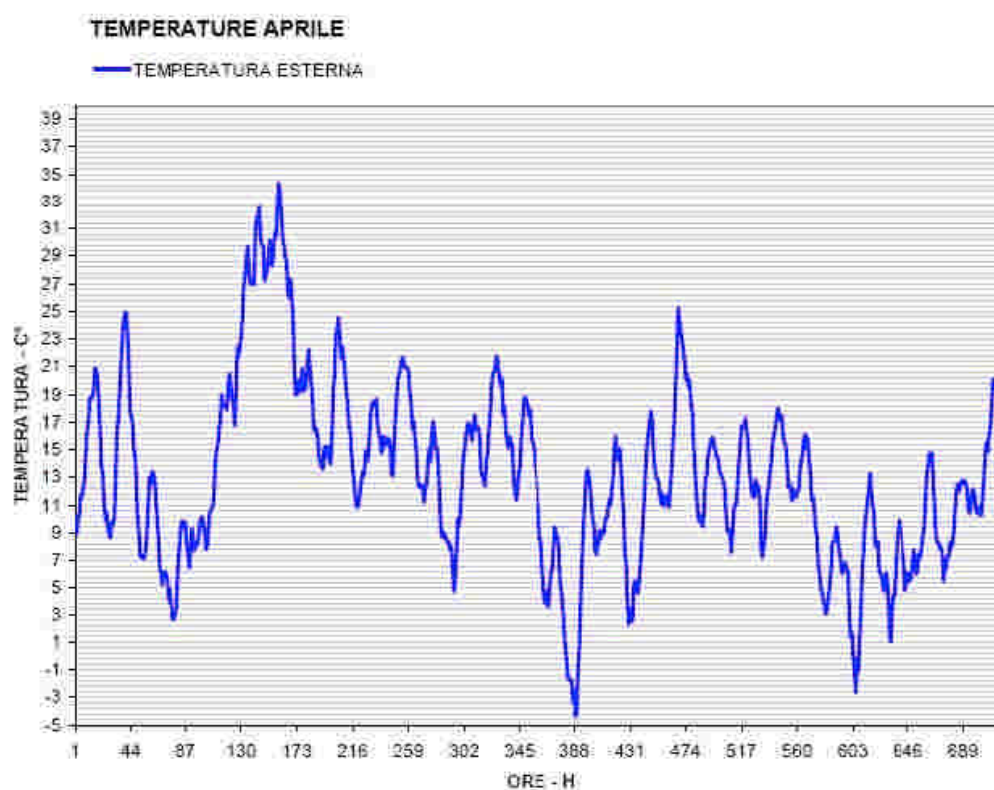



Figura. Temperature orarie mese di APRILE a Vittorio Veneto

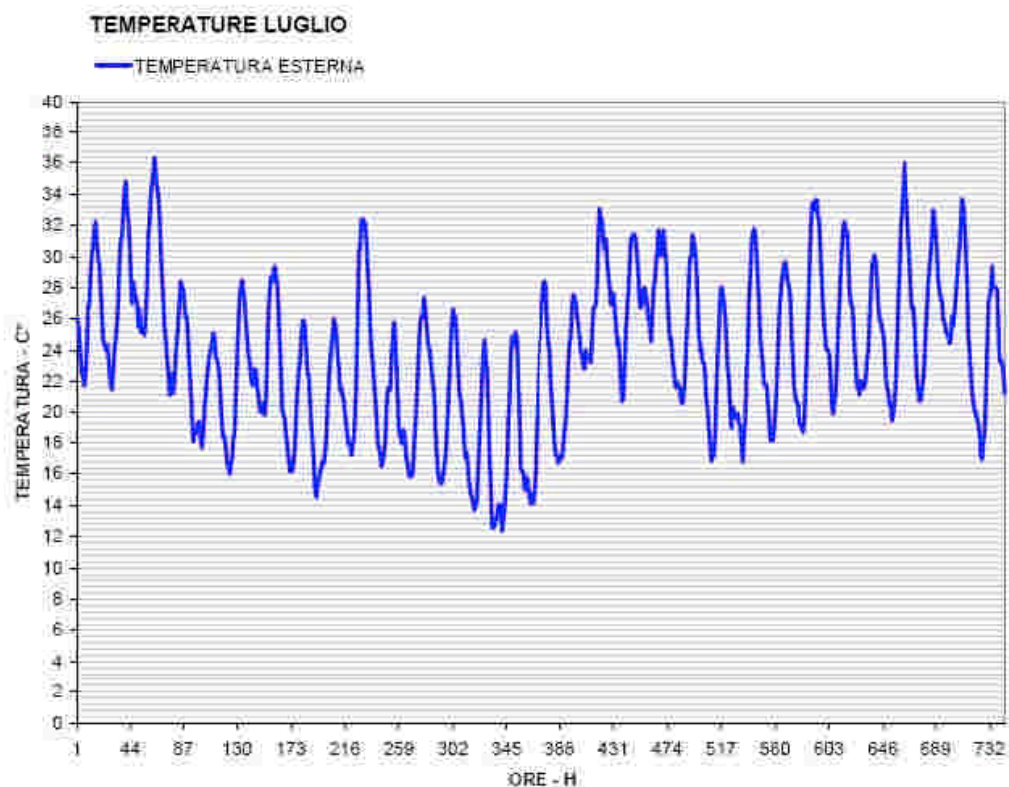



Figura. Temperature orarie mensili del mese di LUGLIO a Vittorio Veneto

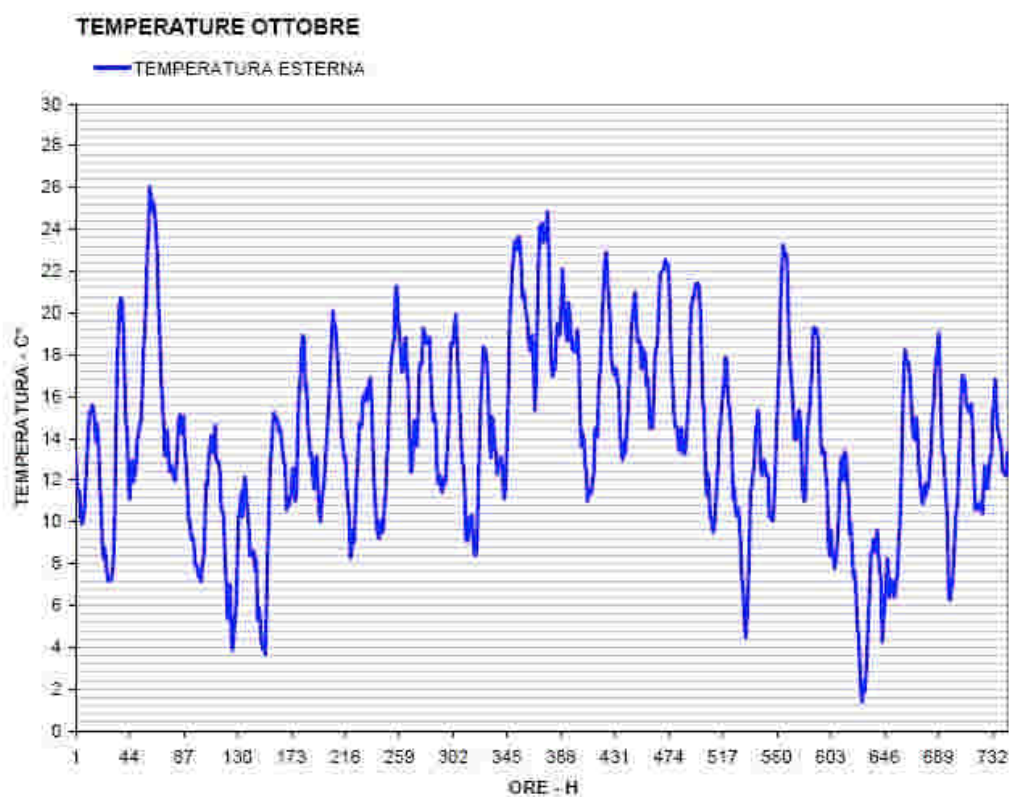



Figura. Temperature orarie mensili del mese di OTTOBRE a Vittorio Veneto

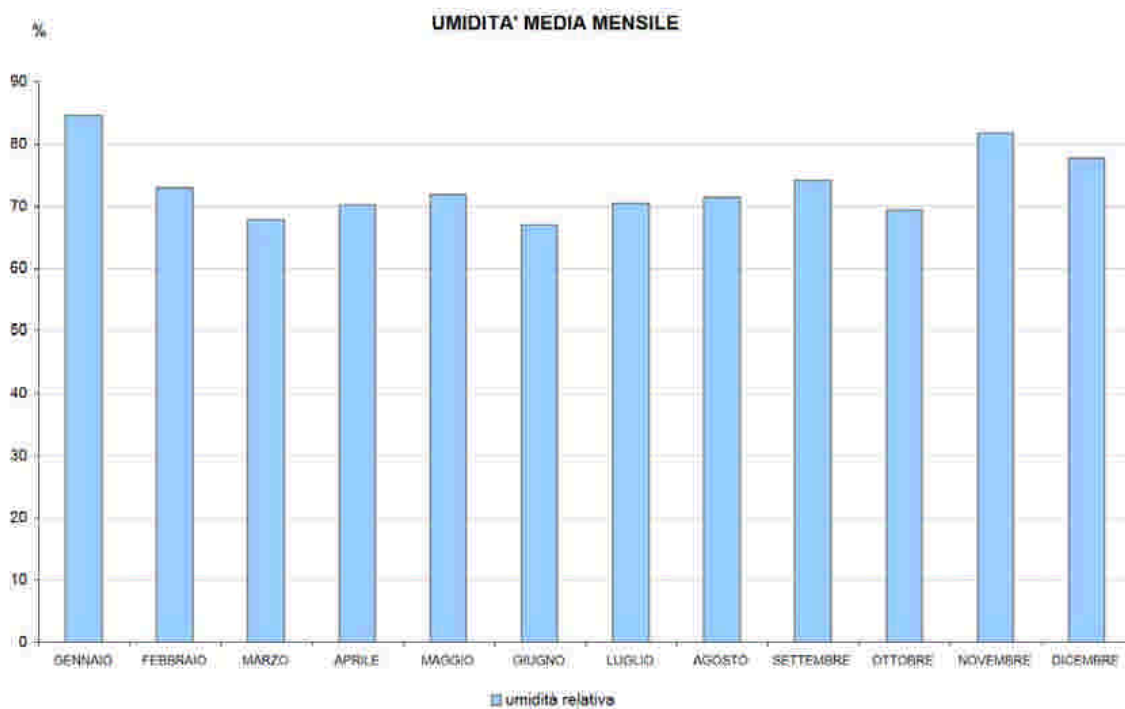



Figura. Istogramma dell'umidità media mensile di Vittorio Veneto

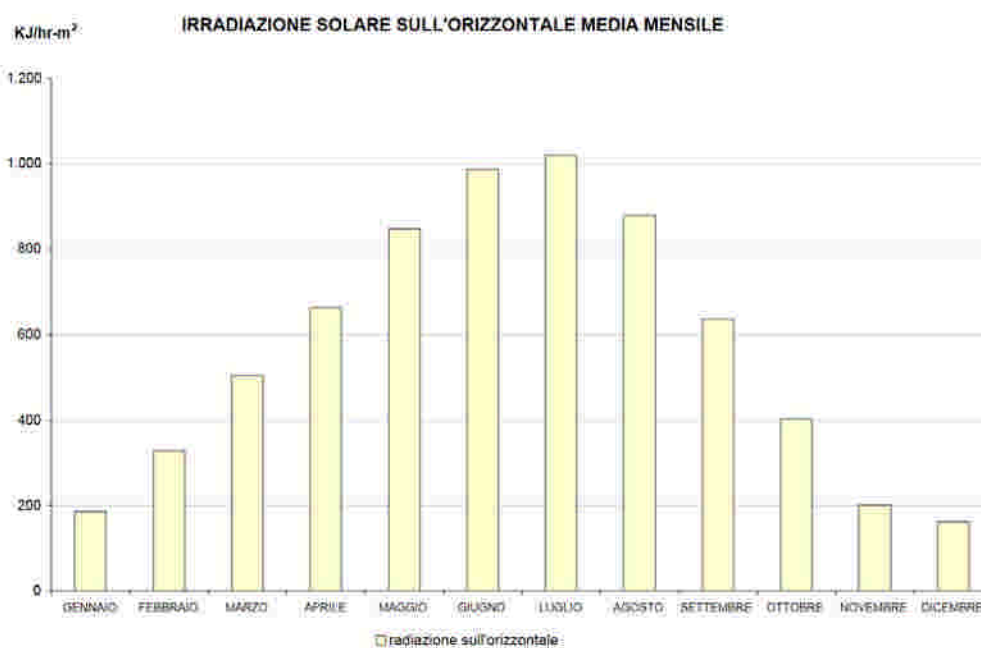



Figura. Istogramma dell'irradiazione solare sull'orizzontale media mensile di Vittorio Veneto

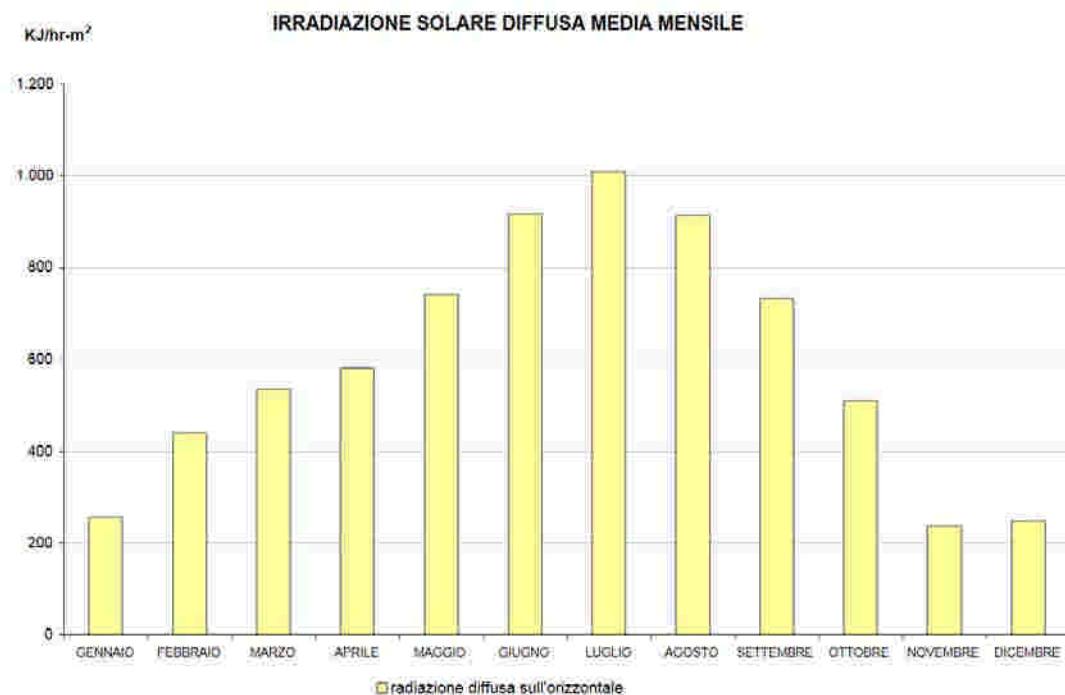



Figura. Istogramma dell'irradiazione solare diffusa media mensile di Vittorio Veneto

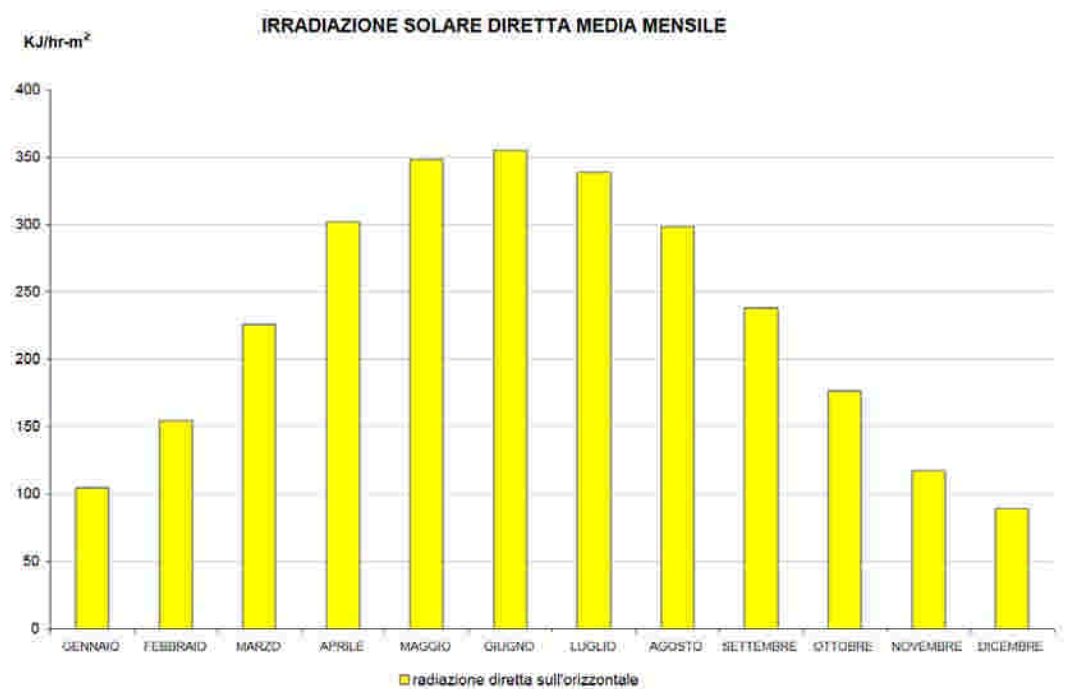



Figura. Istogramma dell'irradiazione solare diretta media mensile di Vittorio Veneto

7.3.3. Analisi dei principali dati costruttivi dell'edificio

TRNSYS è in grado di simulare gli scambi termici tra l'ambiente esterno e l'ambiente interno riproducendo l'andamento dei flussi sulle superfici interne ed esterne delle pareti multistrato delimitanti l'involucro. La prima fase di ogni simulazione è la definizione di un modello dell'edifico. Si riporta la costituzione fisica e tecnologica di tutti gli elementi dell'involucro edilizio, specificando sia la stratigrafia che compone ciascuna parete verticale o orizzontale, sia la tipologia di superficie vetrata.
Vengono definite le diverse strutture suddividendo il manufatto architettonico in "zone termiche" aventi le stesse caratteristiche ambientali.
Identificate le zone termiche è necessario fare l' analisi geometrica – dimensionale, identificando i seguenti elementi:

- pareti,
- pavimento,
- soffitto,
- aperture: serramenti,

per ogni elemento è indispensabile calcolarne le dimensioni, la superficie e indicare a che cosa l'elemento è adiacente, (esterno, ambiente riscaldato, ambiente non riscaldato) e la sua inclinazione.
riscaldato, ambiente non riscaldato) e la sua inclinazione.

Successivamente si analizzano i diversi materiali impiegati, individuando le tipologie delle stratigrafie delle strutture componenti la struttura.
E' necessario caratterizzare le strutture elencando i materiali impiegati e individuandone per ciascuno di essi le caratteristiche fisiche:

- s spessore (m),
- l conducibilità termica (KJ/hm °C),
- r densità (kg/m^3),
- cp calore specifico (KJ/kg).

Queste descritte sono caratteristiche fisiche dichiarate dai produttori oppure reperibili da valori tabulati nella normativa tecnica UNI 10351 e UNI 10355.
Nel caso di edifici esistenti, tali caratteristiche dovranno essere attribuite considerando l'anno di costruzione del manufatto.
A tal proposito alcune indicazioni sono fornite dalla UNI TS 11300 parte 1 appendice B che riporta un abaco di strutture utilizzate più comunemente nell'edilizia esistente italiana attribuendo ai singoli materiali valori medi di conduttività e densità.

Assieme alla definizione della tipologia edilizia è opportuno individuare la destinazione d'uso prevalente, l'impianto, l'anno di costruzione e il numero delle unità, questo consente di valutare successivamente quali sono i carichi termici che si producono all'interno dell'ambiente e dei quali bisogna tenere conto nella simulazione e quindi valutare l'indice di comfort.

7.3.3.1. Descrizione sintetica dell'edificio e individuazione delle zone termiche

L'edificio si sviluppa lungo la direttrice est-ovest ed è confinante parzialmente lungo il lato nord con un altro edificio storico, mentre il fronte ovest prospetta su una piccola corte interna. Da un punto di vista costruttivo esso risulta oggi composto dall'unione di due unità edilizie, ognuna con un proprio corpo-scala, che nel tempo sono state diversamente rimaneggiate: la stratigrafia delle partizioni orizzontali e verticali è infatti molto differente da un settore all'altro.
L'edificio attualmente destinato ad uso residenziale si sviluppa per 3 piani fuori terra, un sottotetto non occupato e quindi non riscaldato e sul fronte ovest una zona soppalcata dell'alloggio sottostante.
Il fronte est al piano terra è porticato mentre sul lato ovest c'è una piccola corte interna, la parete a nord in parte è a contatto con il palazzo vicino mentre parte della muratura a nord del piano terra è a diretto contatto con il terrapieno del percorso pedonale.

Sebbene l'edificio sia costituito da cinque zone termiche: piano terra, piano primo, piano secondo e i due distinti corpi scala.

Tuttavia per valutare i parametri in maniera distinta e precisa, si è deciso di suddividere l'edificio in zone termiche tante quante sono gli ambienti significativi: i due corpi scala, i tre ambienti al piano terra e i successivi appartamenti per un totale di sedici zone, di seguito sono riportate la pianta con individuate le zone termiche.

Le zone termiche dello stato ante intervento e post intervento coincidono: sono cinque per i primi tre livelli, con l'inserimento di un'altra zona termica nel progetto post intervento per la realizzazione della zona soppalcata.

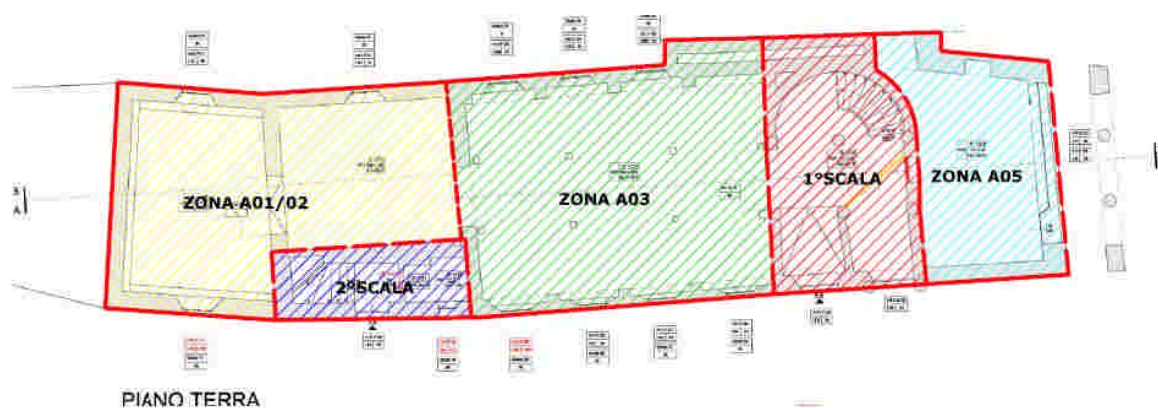



Figura. Piano terra: individuazione delle zone termiche

Figura. Piano primo: individuazione delle zone termiche

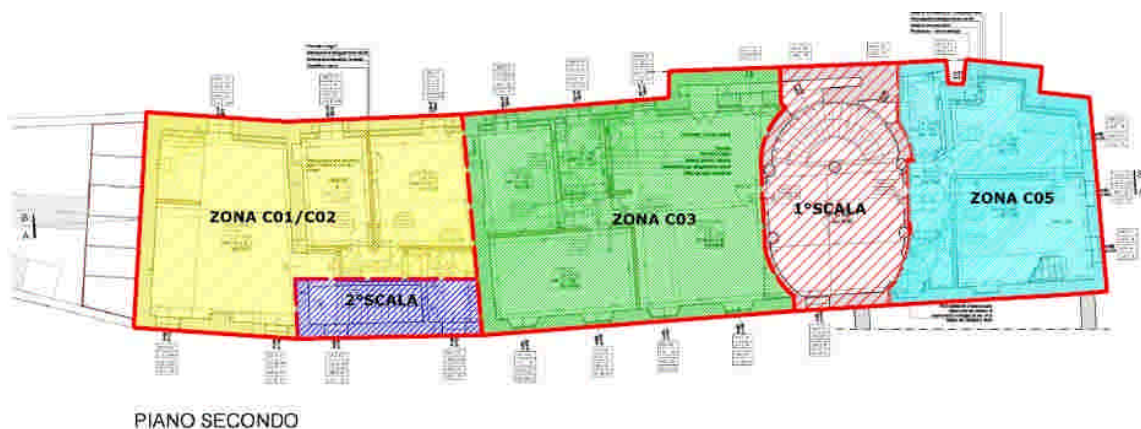



Figura. Piano secondo: individuazione delle zone termiche

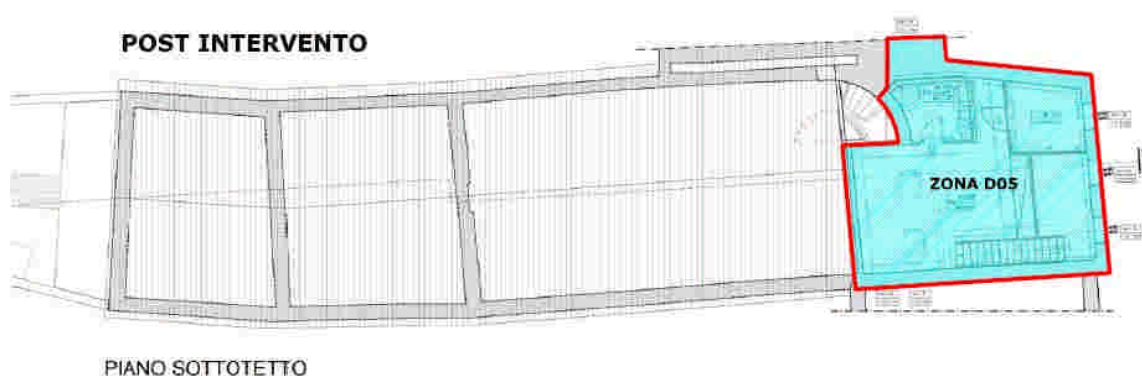



Figura. Piano sottotetto: individuazione della sedicesima zona termica.

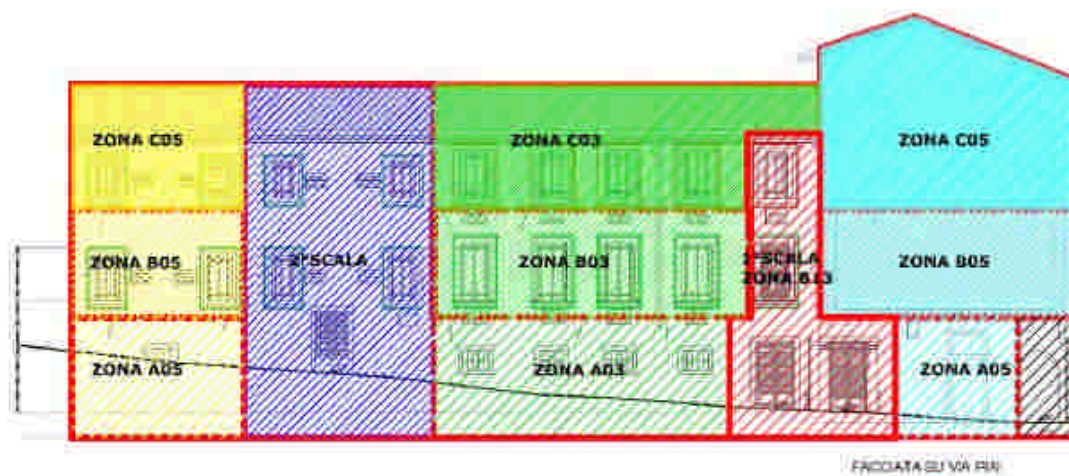



Figura. Sezione con individuazione delle zone termiche.

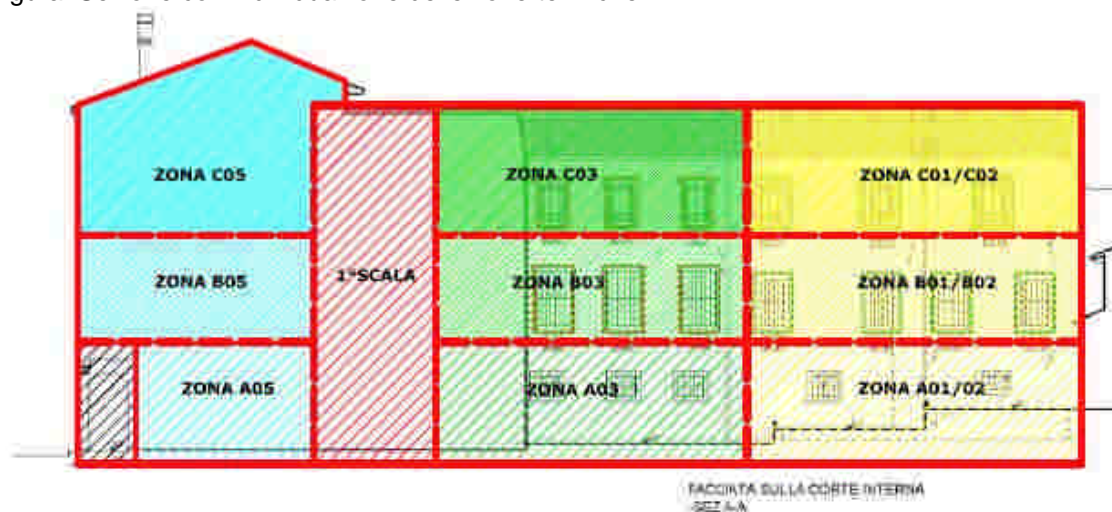



Figura. Sezione con individuazione delle zone termiche

Successiva fase è l'analisi geometrica – dimensionale, ante e post intervento.
Identificate le zone termiche per ciascuna zona termica è necessario assegnare un identificativo e per i seguenti elementi:

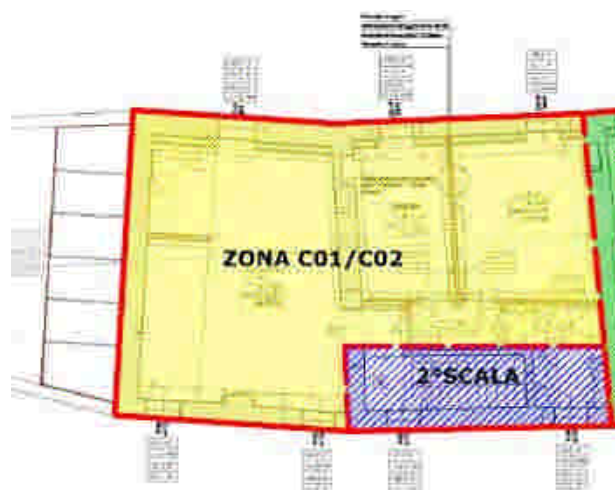
- pareti
- pavimento
- soffitto
- aperture (serramenti),
- per ogni elemento individuarne la stratigrafia dei materiali e calcolarne le dimensioni, la superficie e individuare a che cosa l'elemento è adiacente, (esterno, ambiente riscaldato, ambiente non riscaldato) e l'inclinazione.

Di seguito si riportano alcune delle analisi geometriche svolte.

PIANO TERRA

A 01 - A 02	posizione	tipologia	spess.	superficie	posizione
			m	m²	
parete nord	A01/1	1	0.7	3.85	interrata
	A01/2	2	0.54	9.80	esterna
APERTURA	F 01	/	/	0.53	nord
parete nord	A02/1	1B	0.51	1.14	interrata
	A02/2	2B	0.5	15,45	esterna
APERTURA	F 02	/	/	0.50	nord
parete est	est	2C	0,58	14,83	confina A03
parete sud	A 02	2C	0,88	16,36	confina scale2
	A01/1	1C	0.83	3.87	interrata
	A01/2	2D	0.83	12,50	esterna
APERTURA	F 11	/	/	0.54	nord
parete ovest	A01/1	1D	0.77	14,83	interrata
	A01/2	2B	0,51	6.81	interrata
solaio	A01	3A	0,23	31,10	S01 02
	A 02	3B	0.15	26,30	S01 02
pavimento	A01	1A	0,4	31,10	terreno
	A 02	1B	0.38	28,30	

PIANO PRIMO

B 01 - B02	posizione	tipologia	spess.	lungh	altezza	superficie	[illegible]
			m	m	m	m²	
parete nord	B 03 / a	2 B	0,5	5	2,8	14,00	esterna
	B 03 / b	2D	0,83	6,33	2,87	15,17	esterna
APERTURA	F 12	totale	/	0,886	1,62	1,44	
APERTURA	F 13	totale	/	0,886	1,62	1,44	
APERTURA	F 14	totale	/	0,886	1,62	1,44	
APERTURA	F 15	totale	/	0,886	1,62	1,44	
parete est		2.00 AM	0,55	3,47	2,97	14,03	confina con B03
parete sud	B 03 /a	6	0,17	6,8	2,87	16,72	confina con scala 02
	B 03/ b	02 D	0,82	1,55	2,8	4,34	confina con scala 02
	B 03/ c	02 B	0,5	5,89	2,8	16,49	esterna
APERTURA	F 30	totale	/	0,886	1,62	1,44	
APERTURA	F 31	totale	/	0,886	1,62	1,44	
parete ovest		02 B	0,5	6,7	2,8	15,76	esterna
parete interna		02 D	0,83	5,17	2,8	14,48	
soffitto		3/B	0,38	/	/	70,10	confina con C01 02
pavimento	B 03-24	2/A	0,23	/	/	31,10	confina con A0102
		2/B	0,18	/	/	38,30	confina con A0102

PIANO SECONDO

C 01 - 02	posizione	tipologia	spess.	lungh	altezza	superficie	posizione
			m	m	m	m²	
parete nord	a	02 C	0,55	5,19	2,7	14,01	esterna
APERTURA	F 32	totale	/	0,93	1,328	1,24	
parete nord	b	02 I	0,35	6,4	2,7	17,28	esterna
APERTURA	F 33	totale	/	0,93	1,328	1,24	
APERTURA	F 34	totale	/	0,93	1,328	1,24	
parete est		2.00 AM	0,54	5,68	2,7	15,34	confina con C03
parete sud	a	6	0,17	4,1	2,7	11,07	esterna
	b	02 B	0,5	1,68	2,7	4,54	confina con SCALA 02
	c	02 B	0,5	6,03	2,7	16,28	confina con SCALA 02
APERTURA	F 52	totale	/	0,936	1,278	1,28	
APERTURA	F 53	totale	/	0,936	1,278	1,28	
parete ovest		02 C	0,59	7,9	2,7	21,33	esterna
parete interna		02 B	0,5	5,16	2,7	13,99	
pavimento		3/E	/	/	/	70,10	confina con B01 02
soffitto		4/A	0,38	/	/	47,16	esterna
		4/B	0,11	/	/	56,26	esterna

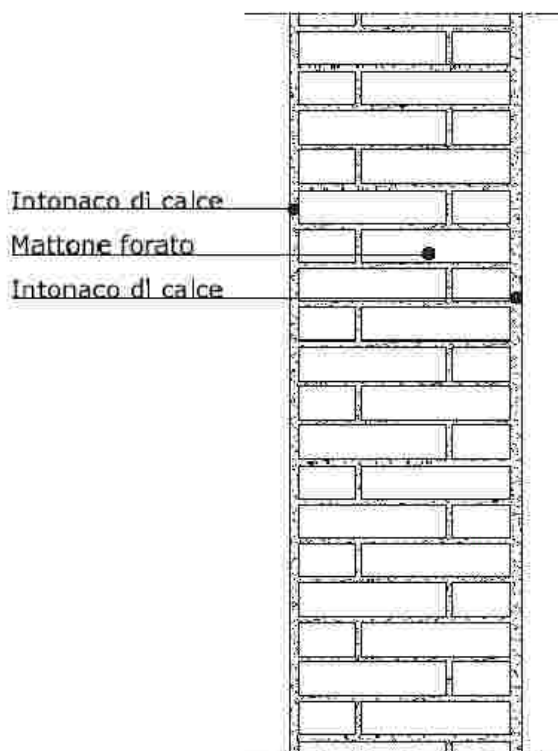
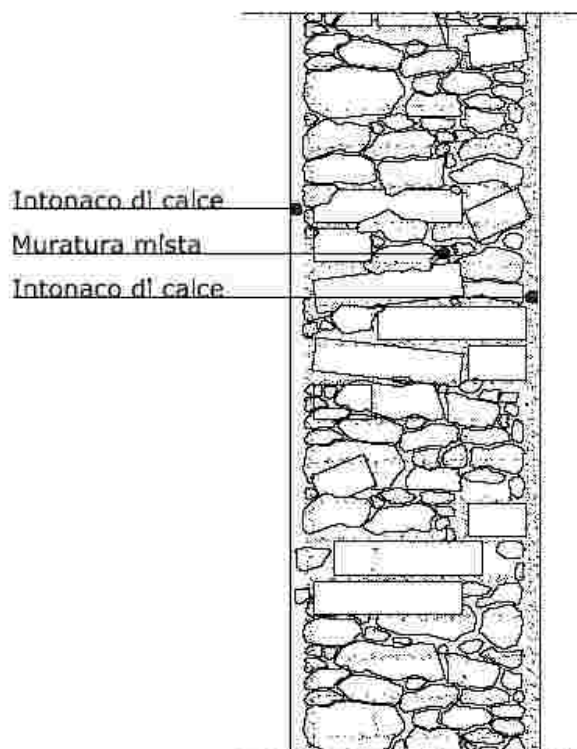
7.3.3.2. Individuazione delle stratigrafie e caratterizzazione dei principali materiali dell'edificio ante e post intervento

Le strutture dell'edificio sono riportate nelle figure successive con individuazione delle tipologie delle stratigrafie delle strutture componenti il manufatto architettonico e indicazione dei materiali costituenti la stratigrafia.

Si riporta anche la caratterizzazione dei materiali con l'elencazione dei materiali impiegati e individuazione delle caratteristiche fisiche: spessore, conduttività termica, densità, calore specifico e permeabilità al vapore. **Queste caratteristiche fisiche sono dichiarate dai produttori oppure reperibili da valori tabulati nella normativa tecnica UNI (per esempio UNI 10351 e UNI 10355). Nel caso di edifici esistenti, tali caratteristiche dovranno essere attribuite considerando l'anno di costruzione del manufatto.**
A tal proposito alcune indicazioni sono fornite dalla UNI TS 11300 parte 1 appendice B che riporta un abaco di strutture utilizzate più comunemente nell'edilizia esistente italiana attribuendo ai singoli materiali valori medi di conduttività e densità.

Tutte le informazioni relative alle caratteristiche costruttive ed ai materiali utilizzati nella costruzione dell'edificio studio, necessarie allo svolgimento della ricerca, sono state ricavate in modo frammentario attingendo da diversi documenti di progetto messi a disposizione dall'Amministrazione Comunale e perlopiù riconducibili alla fase della progettazione esecutiva dell'intervento sull'edificio (note contenute negli elaborati grafici del progetto esecutivo, computo metrico, capitolato speciale, relazione impiantistica).

Si segnala che nelle tavole di progetto esecutivo la muratura esistente non è stata oggetto di analisi, ma solo di un semplice presa d'atto della sua esistenza, tanto che è stato necessario procedere ad una verifica attraverso la Carta dei Suoli elaborata dall'Arpav, al fine di individuare la tipologia di pietra locale e ad essa associare successivamente i valori di riferimento della conduttività termica più pertinenti.

Si segnala che le specifiche tecniche e fisiche relative ai materiali isolanti quali l'ONDAPAN - intonaco termoisolante ecocompatibile a base di miscele di mais e sughero (materiale consigliato dall'ENEA) e il KNAUF BIO non sono state rinvenute; per la simulazione si sono pertanto utilizzate quelle fornite dalla normativa per i materiali simili.

PARETE	Trasmittanza	1,635	W/m²K		Resistenza termica		0,61		m²K/W
MURO 03			RIFERIMENTO NORMATIVO				PARAMETRICI DINAMICI		
			UNI EN 10351	UNI EN 12524			UNI EN ISO 13786		
DESCRIZIONE dall'esterno verso l'interno	STRATIGRAFIA	spessore s	densità σ	cond.tà λ	cal.spec. c_p	perm.tà δ	trasmitt. period.	fat. di attenuazione	sfasamento
		m	Kg/m³	W/(mK)	KJ/(KgK)	ng/(msPa)			
1	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			
2	mattone forato	0,250	1800	0,72	1	25			
4	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			

PARETE	Trasmittanza	1,285	W/m²K		Resistenza termica		0,78		m²K/W
MURO 02			RIFERIMENTO NORMATIVO				PARAMETRI DINAMICI		
			UNI EN 10351	UNI EN 12524			UNI EN ISO 13786		
DESCRIZIONE dall'esterno verso l'interno	STRATIGRAFIA	spessore s	densità ρ	cond.tà λ	cal.spec c_p	perm.tà δ	trasmit. period.	fat. di attenuazione	sfasamento φ
		m	Kg/m³	W/(mK)	KJ/(KgK)	ng/(msPa)			
1	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			
2	muratura mista	0,370	1800	0,72	1	25			
3	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			

PARETE	Trasmittanza	3,177	W/m²K		Resistenza termica		0,31		m²K/W
MURO 01	parte interrata		RIFERIMENTO NORMATIVO				PARAMETRI DINAMICI		
			UNI EN 10351	UNI EN 12524			UNI EN ISO 13786		
DESCRIZIONE dall'esterno verso l'interno	STRATIGRAFIA	spessore s	densità ρ	cond.tà λ	cal.spec. c_p	perm.tà δ	trasmit. period.	fat. di attenuazione	sfasamento φ
		m	Kg/m³	W/(mK)	KJ/(KgK)	kg/(msPa)			
1	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			
2	roccia	0,250	2700	2,90	1	/			

PARETE	Trasmittanza	2,853	W/m²K		Resistenza termica		0,35		m²K/W
MURO 04			RIFERIMENTO NORMATIVO				PARAMETRI DINAMICI		
			UNI EN 10351	UNI EN 12524			UNI EN ISO 13786		
DESCRIZIONE dall'esterno verso l'interno	STRATIGRAFIA	spessore s	densità ρ	cond.tà λ	cal.spec. c_p	perm.tà δ	trasmitt. period.	fat. di attenuazione	sfasamento
		m	Kg/m³	W/(mK)	KJ/(KgK)	ng/(msPa)			
1	intonaco calce	0,025	1400	0,75	1	18			
2	roccia	0,350	2700	2,90	1	/			
4	intonaco calce	0,025	1400	0,70	1	18			

7.3.3.3. Portate di ventilazione e carichi occupazione e uso degli ambienti

Le portate di ventilazioni come indicato nella UNI/TS 11300-1, per la valutazione di progetto o standard per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a 0,3 vol/h. Le ipotesi circa l'occupazione interna della struttura sono indispensabili per stimare i carichi termici che si producono all'interno dell'ambiente e dei quali bisogna tenere conto nella simulazione. Si ha un ambiente un 'immissione di calore sensibile (sia radiativo che convettivo) e latente (inerente all'apporto di vapore per respirazione, traspirazione ed evaporazione del sudore), sono dovuti all'impianto di illuminazione, necessario per garantire un adeguato livello di illuminamento medio sul piano di lavoro calibrato in base al tipo di attività svolta, alle apparecchiature elettriche di cui abbisognano gli impiegati (pc, video, stampanti). Per quanto riguarda la valutazione degli apporti termici interni sempre nella valutazione di progetto
o standard indicato nella UNI/TS 11300-1 per gli edifici a destinazione d'uso abitativa aventi superficie utile di pavimento Af, minore o uguale a 170 m^2, il valore globale degli apporti interni, espresso in W è ricavato come zint = 5,294 x Af - 0,01557 x Af^2

7.3.3.4. Impianto termico

La tipologia dell'impianto di climatizzazione scelto nell'intervento di restauro/ristrutturazione edilizia è quello di tipo centralizzato, funzionante a gas metano, con rete di distribuzione principale realizzata con sistema tradizionale a due tubi in rame con raccordi a pressione e rete secondaria con sistema Modul in rame opportunamente coibentato, e corpi scaldanti costituiti da radiatori del tipo in acciaio tubolari.

Il gruppo termico è costituito da due generatori di calore del tipo a condensazione, funzionante a gas metano, camera stagna e flusso forzato con funzionamento in cascata. I sistemi di contabilizzazione dell'energia termica avviene per mezzo di contatori di calore adeguatamente dimensionati.

7.3.4. Valutazione del fabbisogno termico del caso studio: risultati ottenuti

Utilizzando il software di simulazione TRNSYS per il regime dinamico si è valutato l'andamento orario delle temperature all'interno delle varie zone identificate in 4 mesi dell'anno gennaio, aprile, luglio, ottobre, simulando l'edificio prima dell'intervento e poi dopo gli interventi di restauro/ristrutturazione.

In merito all'andamento delle temperature all'interno dell'edificio nella sua struttura originaria senza alcun impianto si osserva che le temperature interne non scendono mai sotto i 4° C e solo nel mese di luglio in particolare nella zona a est la temperatura sale fino a 32° C, mentre le temperature all'interno delle zone con la copertura in legno hanno un oscillazione minore durante l'anno di quello che avviene nelle altre zone.

Per quanto riguarda invece l'andamento delle temperature all'interno dell'edificio dopo gli interventi di restauro/ristrutturazione senza alcun impianto si osserva che tutte le temperature interne sono aumentate ma solo al massimo di 0,5 °C, le oscillazioni massime sono diminuite, la temperatura all'interno dei locali è più stabile, quindi **gli interventi hanno senza dubbio migliorato la situazione ma non in modo così considerevole.**

Di seguito sono allegati alcuni grafici che illustrano la variazione delle temperature:

- nelle diverse zone termiche dell'edificio precedentemente individuate
- nei diversi mesi dell'anno (gennaio, aprile, luglio e ottobre)
- nella situazione *ante* e *post* intervento.

METADISTRETTO
DELLA
BIOEDILIZIA

A0102 - TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
48
95
142
189
236
283
330
377
424
471
518
565
612
659
706
ORE - H

A0102 - TEMPERATURE APRILE
T.ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
48
95
142
189
236
283
330
377
424
471
518
565
612
659
706
ORE - H

A0102 TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERA TURA - C°
ORE - H
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
40,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

A0102 - TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
40,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

METADISTRETTO
DELLA
BIOEDILIZIA

B0102 - TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

B0102 - TEMPERATURE APRILE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
ORE - H

B0102 - TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

B0102 - TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

C0102 TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
TEMPERATURA - C°
1 44 87 130 173 216 259 302 345 388 431 474 517 560 603 646 689 732
ORE - H

C0102 TEMPERATURE APRILE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
TEMPERATURA - C°
1 44 87 130 173 216 259 302 345 388 431 474 517 560 603 646 689
ORE - H

METADISTRETTO
DELLA
BIOEDILIZIA

C0102 TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

C0102 TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

A03 TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

A03 TEMPERATURE APRILE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
ORE - H

A03 - TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H

A03 TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H

B03 - TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

B03 - TEMPERATURE APRILE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
ORE - H

B03 - TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

B03 - TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

C03 TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

C03 TEMPERATURE APRILE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
ORE - H

A05 - TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T.POST INTERVENTO
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
TEMPERATURA - C°
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

A05 - TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
TEMPERATURA - C°
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

C05 - TEMPERATURE GENNAIO

C05 - TEMPERATURE APRILE

C05 -TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

C05 - TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

SCALA 01TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

SCALA 01 TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

SCALA 2 TEMPERATURE GENNAIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732
ORE - H

SCALA 02 TEMPERATURE APRILE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
ORE - H

METADISTRETTO
DELLA
BIOEDILIZIA

SCALA 02 TEMPERATURE LUGLIO
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

SCALA 02 TEMPERATURE OTTOBRE
T. ESTERNA
T. ANTE INTERVENTO
T. POST INTERVENTO
TEMPERATURA - C°
ORE - H
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
1
44
87
130
173
216
259
302
345
388
431
474
517
560
603
646
689
732

Successivamente si deciso di inserire in entrambi modelli dell'edificio prima e dopo l'intervento di recupero, un impianto attivo 24 ore su 24 ore, per 365 giorni all'anno, tale da avere una temperatura interna compresa tra i 20° C e i 26 °C, (si è imposto temperatura di set point di 20°C in riscaldamento e di 26°C in raffrescamento) con l'obbiettivo di determinare il fabbisogno termico.
Si è verificato che le zone al piano terra con l'intervento di ristrutturazione la situazione è peggiorata in quanto l'intervento è avvenuto solo nel solaio del piano primo, mentre il pavimento contro terra non ha subito interventi. Nelle altre zone gli interventi svolti hanno senza dubbio contribuito a migliorare le prestazioni dell'edificio.

C0102

FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
8,00
7,50
7,00
6,50
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

A03

FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

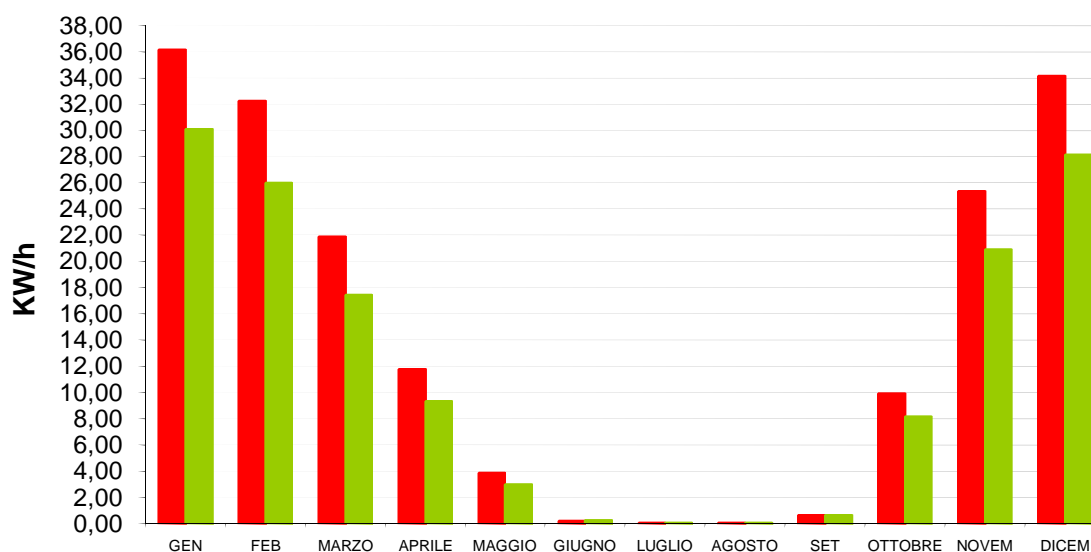
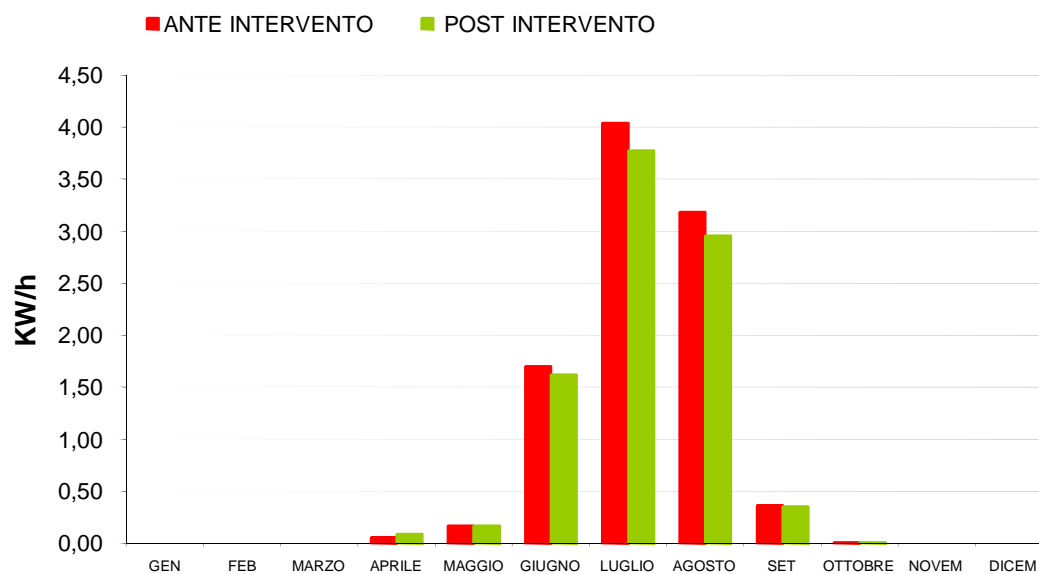
B03
FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

C03
FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
7,00
6,50
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

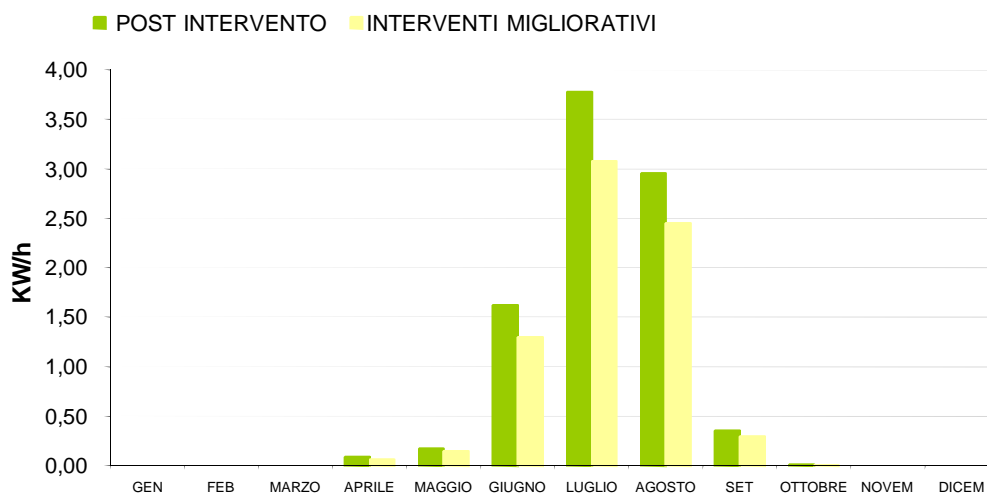
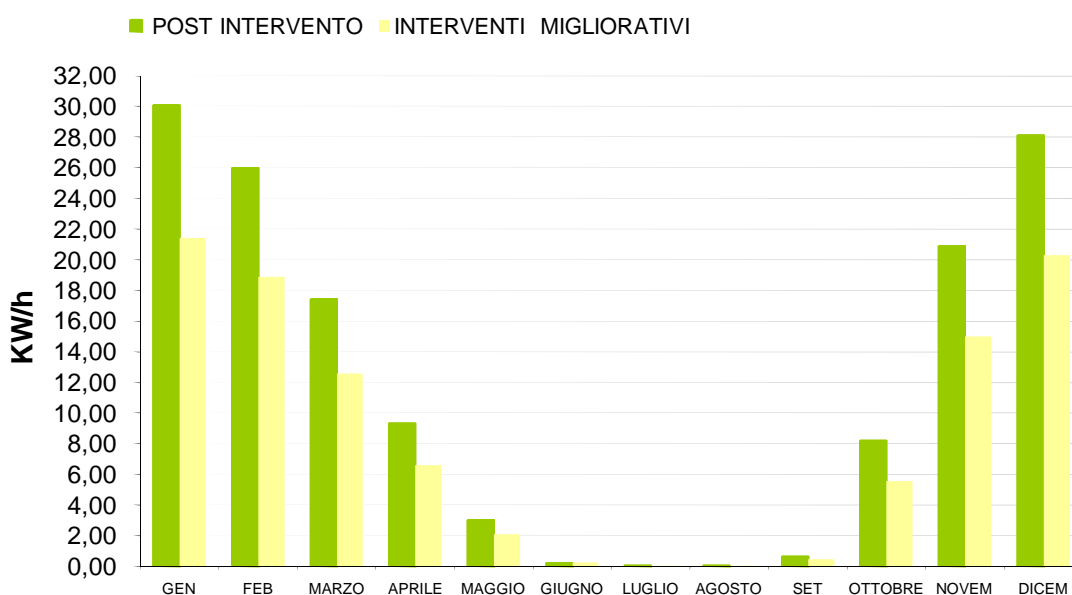
A05
FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

B05
FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

C05
FABBISOGNO TERMICO ANTE INTERVENTO
FABBISOGNO TERMICO POST INTERVENTO
KW/h
6,00
5,50
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

PALAZZO EX CARCERI
FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO
ANTE INTERVENTO
POST INTERVENTO
KW/h
38,00
36,00
34,00
32,00
30,00
28,00
26,00
24,00
22,00
20,00
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
GEN
FEB
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SET
OTTOBRE
NOVEM
DICEM

7.3.5. Considerazioni sui risultati ottenuti

Come si vede dai diagrammi precedenti le condizioni ambientali e i consumi energetici prima e dopo l'intervento sono poco differenti. Si sono allora individuati ulteriori interventi volti a migliorare l'efficienza energetica.

Considerato la struttura dell'edificio e l'intervento di ristrutturazione, si è deciso di scegliere come interventi migliorativi, la sigillatura della infiltrazioni dovuta alla tipologia di serramento e al materiale, migliorando le caratteristiche dei vetri, ipotizzando la presenza di termointonaco.su tutte le superficie murarie verso l' esterno. Questi semplici interventi contribuiscono già a migliorare il fabbisogno termico per il riscaldamento e per il raffreddamento.

PALAZZO EX CARCERI
FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO

7.3.6. Bibliografia di riferimento

Convegno Aicarr, *Prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto: software per la diagnosi energetica ed il calcolo in regime invernale*, Bologna 29 ottobre, 2009

Associazione Nazionale per l'isolamento Termico e acustico, *Igrotermia e ponti termici,* Milano, Tep, 2009

Cesare Bonacina, Alberto Cavallini, Lino Mattarolo, *Trasmissione del calore*, Padova, Cleup, 1989

Comune di Vittorio Veneto (TV) *Le politiche in atto il nuovo Piano per i centri storici e i progetti di recupero edilizio*, in 5 Rassegna Urbanistica Nazionale Catalogo della Mostra Venezia 10-20 novembre 2004.

Ernesto Bettanimi, Pierfancesco Brunello, *Lezioni di impianti tecnici*, volume I e II", Padova, Cleup,1990

UNI EN 12524. 2001 Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà idrometriche Valori tabulati di progetto,

UNI 10351. 1994 Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore

UNI 10349.1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici -Dati climatici

UNI EN ISO 13370. 2001 Prestazione termica degli edifici -Trasferimento di calore attraverso il terreno Metodi di calcolo

UNI EN ISO 13786. 2001 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche Metodi di calcolo.

UNI/TS 11300-1.2008 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI EN ISO 7730.1997 Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico

Uwe Wieke, *Aria Calore Luce: il comfort ambientale negli edifici*, Roma, Dei Tipografia del genio civile, 2005

Uwe Wieke, *Manuale di Bioedilizia*, Roma, Dei Tipografia del genio civile, 2008

7.4. L'analisi di contesto applicata al centro storico di Serravalle

(a cura di Diletta Bellina)

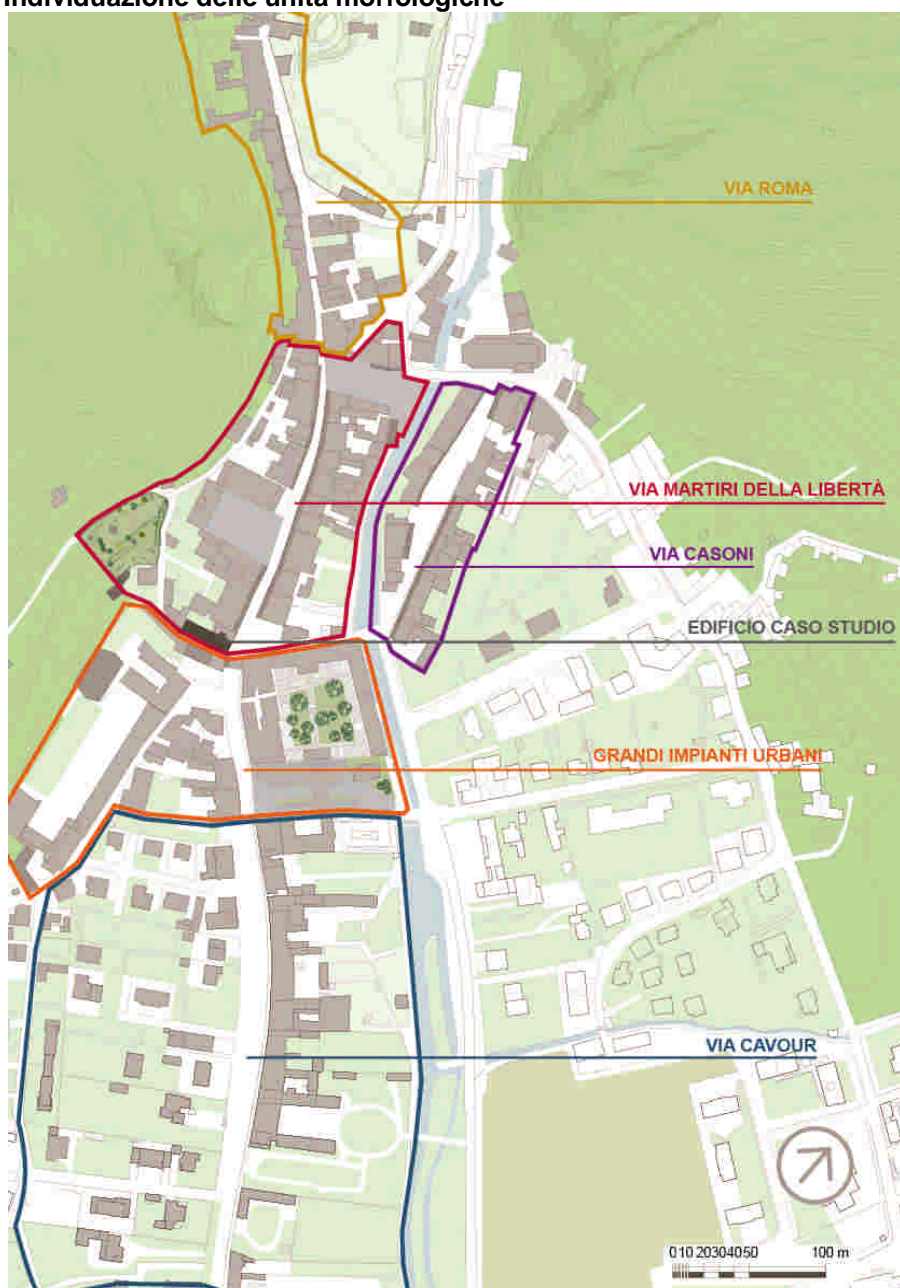
Si propone di seguito l'applicazione della metodologia dell'*analisi di contesto*, illustrata nel Capitolo 4, al piccolo centro storico di Serravalle di Vittorio Veneto.

7.4.1. Dall'unità morfologica all'edificio

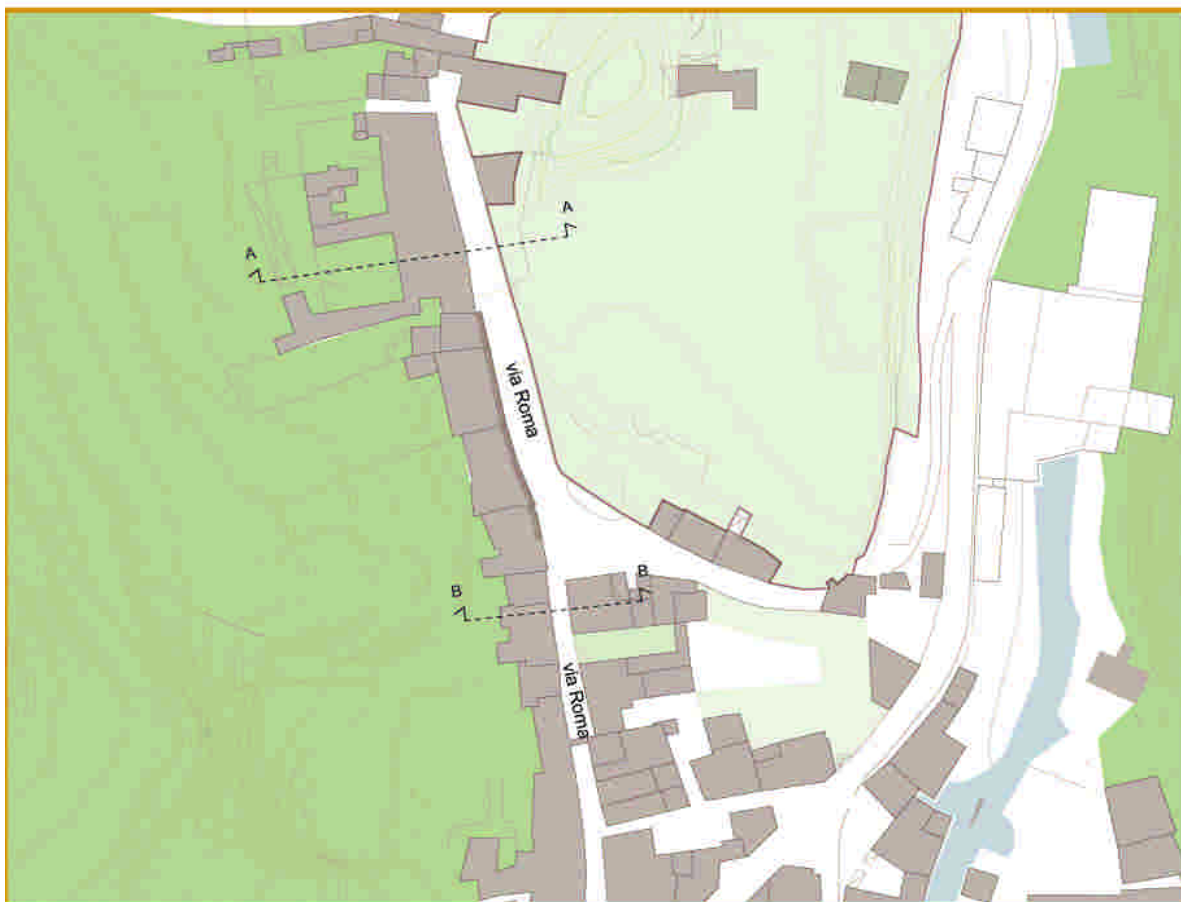
Nel caso del centro storico di Serravalle, le differenti morfologie che lo compongono sono esito di uno sviluppo avvenuto a partire grosso modo dall'anno mille.

Si sono individuate cinque morfologie che sono state denominate facendo riferimento alla toponomastica delle vie (vedi mappa: Individuazione delle unità morfologiche):

- la morfologia medioevale di via Roma,
- la morfologia rinascimentale di via Martiri della Libertà,
- la morfologia rinascimentale di via Casoni,
- la morfologia dei grandi impianti urbani,
- la morfologia otto-novecentesca di via Cavour.

Individuazione delle unità morfologiche

VIA ROMA

Impianto morfologico medioevale: Il nucleo più antico di Serravalle coincide con il *castrum,* anche se risulta difficile stabilirne una data precisa. Pare che fosse stato edificato come *castrum* romano a presidio della valle che si apre verso nord e a difesa delle centuriazioni dislocate nella zona di Ceneda. Prima dell'anno mille il *castrum* passò di mano ai conti trevigiani Da Camino. Questi ne ampliarono la cinta muraria fino ad incorporare le colline limitrofi. Intorno all'anno 1170 può essere datata la nascita del tessuto urbano di Serravalle, che si sviluppa ai piedi del *castrum*, entro la seconda cerchia muraria, conosciuto con il nome di *Burgum Seravalli*. Costituito da strutture in legno e mattoni crudi, ospitava attività artigianali e mercantili sfruttando la vicinanza del fiume Meschio lungo il quale erano sorti i primi mulini, magli e fucine. Il borgo era protetto a sud e a nord da due porte, De Yandre a sud e Muda a nord, ancora oggi visibili; quest'ultima fungeva da dazio: importante fonte economica durante il primo periodo mercantile della città.
La morfologia attuale è l'esito di modifiche avvenute tra il XIII e il XIV secolo ed è definita da una cortina muraria costituita da edifici contigui, con il fronte principale che si affaccia su via Roma e quello secondario su cortili interni direttamente a ridosso delle colline retrostanti.

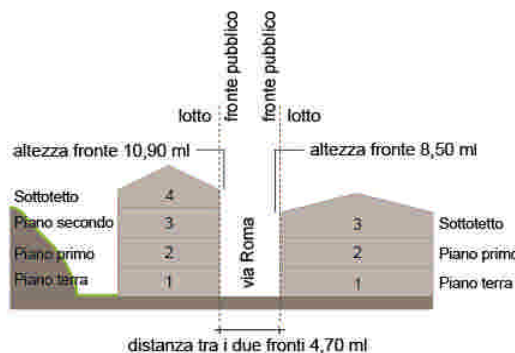
Individuazione delle componenti fisiche e naturali dell'unità morfologica

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi morfologici

Sezioni con la configurazione del patrimonio edificato e delle infrastrutture
Questa tavola rileva la configurazione degli edifici rispetto all'altezza e alla zona morfologica a cui appartengono, ciò consente di avere degli elementi per esprimere un giudizio sull'assetto edilizio:
- Gli edifici di via Roma hanno un'altezza variabile che mediamente è di 9,50 ml, fatta eccezione per il tratto in cui è presente il *castrum* dove i fronti dei palazzi si alzano fino a 12,50 ml.

La distanza tra un fronte e l'altro, che coincide con il sedime stradale, varia dai 4,70 ml della zona che va da piazza Flaminio fino alla porta De Yandre ai 7,00 ml in corrispondenza delle mura del *castrum*.
- La cortina degli edifici evidenzia una discreta omogeneità e mancano elementi di disturbo.
- Lo stretto fronteggiarsi di un edificio all'altro rende difficile il soleggiamento dei piani più bassi, non garantendo standard elevati di salubrità ed igiene. Questo aspetto apre sicuramente delle questioni sulla scelta di destinazioni possibili di riutilizzo.

Ad un'analisi visiva emerge che:
- l'epoca di costruzione pare mediamente omogenea anche se si rilevano edifici costruiti in epoche più recenti le cui caratteristiche architettoniche non vanno però a compromettere il carattere unitario della via;
- gli edifici hanno stati di conservazione diversi, alcuni restaurati di recente altri invece in cattive condizioni.

sezione A-A

sezione B-B

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi relativi ad edifici e infrastrutture

Disposizione degli edifici rispetto al lotto

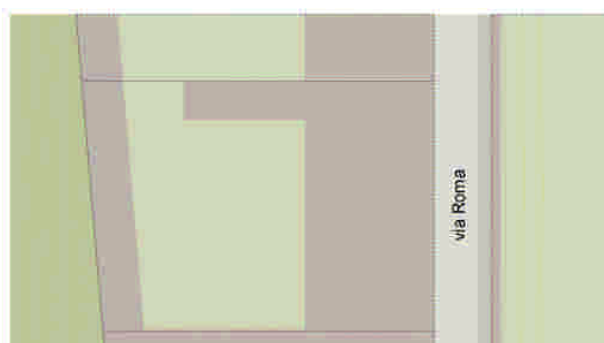
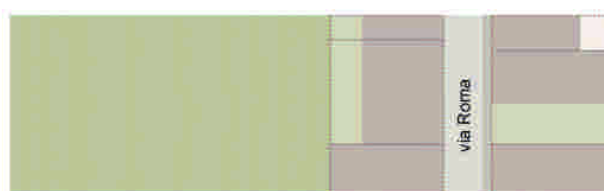
Questa tavola esprime il rapporto tra la superficie edificata e la superficie biotica all'interno del lotto di appartenenza del fabbricato.

La disposizione degli edifici è quella tipica del lotto gotico, ovvero una sequenza continua di fabbricati che si susseguono in continuità e ad intervalli molto stretti. Gli unici punti dove si presentano dei varchi trasversali sono in corrispondenza delle burelle, stretti passaggi tra un edificio e l'altro che conducono a cortili privati o a sentieri che corrono paralleli al tessuto edilizio.

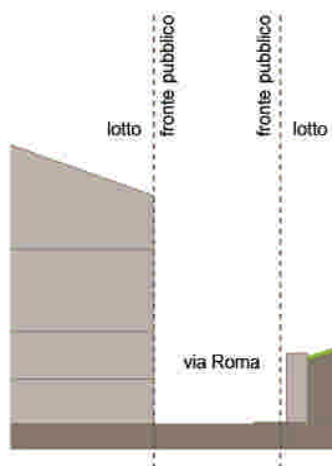
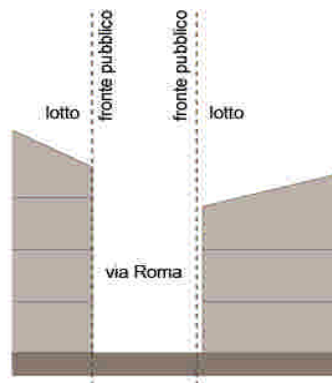
Il palazzo occupa interamente il lotto verso la strada principale, o spingendo la facciata fino al filo della strada o al massimo arretrandosi, solo al piano terra, per consentire la realizzazione di un portico.

La superficie biotica di questa tipologia morfologica è molto ridotta e spesso coincide con i cortili interni o con i giardini che occupano la parte retrostante del lotto direttamente a ridosso delle colline.

Si tratta di una morfologia che consente di sfruttare al massimo l'affaccio sulla strada principale e di godere quindi dei vantaggi economici che questo comportava e di godere di uno spazio privato sul retro utile per lo svolgimento delle attività legate alla gestione delle faccende domestiche.

sezione A-A

sezione B-B

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli edifici rispetto al lotto

Fronti pubblici
Per fronte pubblico si intende l'area compresa tra il confine del lotto privato e il ciglio stradale. Configura il modo in cui lo spazio privato si apre al pubblico.
Nella morfologia di via Roma questo spazio è quasi assente fatta eccezione per piccoli tratti dove gli edifici si aprono all'esterno attraverso portici lungo i quali è possibile camminare.
Questa caratteristica influisce molto sull'utilizzo attuale e futuro degli edifici la cui vocazione principale rimane forzatamente quella residenziale.
Gli ingressi delle abitazioni sono sopraelevati rispetto alla quota del marciapiede, che a sua volta è separato dalla carreggiata da una differenza di livello.
Tra il marciapiede e la carreggiata è presente una canalina di scolo per la raccolta delle acque meteoriche.
La ridotta sezione stradale, l'affaccio continuo degli edifici e la tipologia della strada non consentono l'alloggiamento di alcun tipo di alberatura.

sezione A-A

sezione B-B

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi dei fronti pubblici

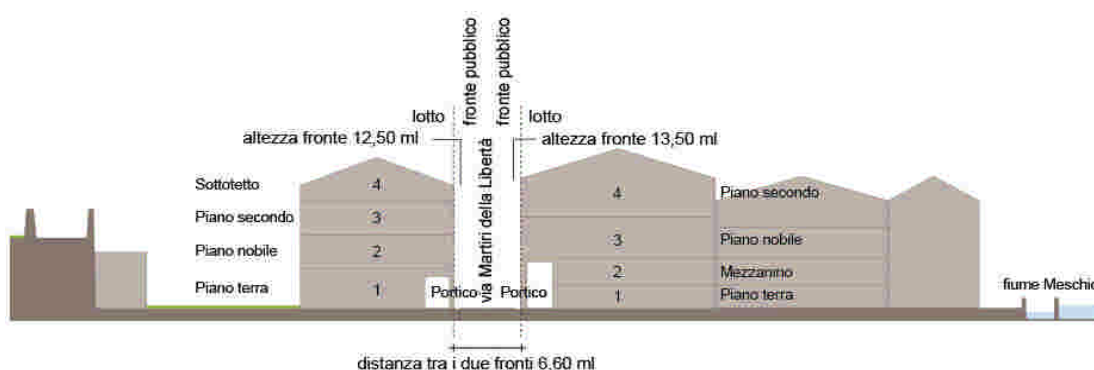
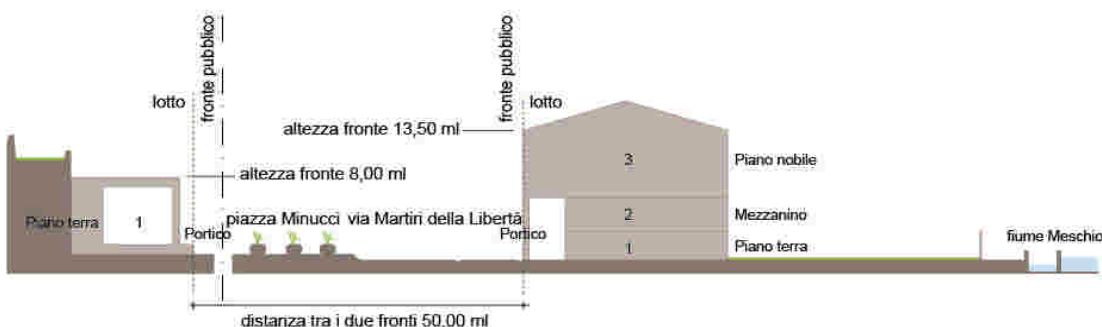
VIA MARTIRI DELLA LIBERTÀ

Impianto morfologico rinascimentale: l'assetto di via Martiri della Libertà, un tempo via Cal Granda, acquista l'aspetto attuale nel periodo d'oro del rinascimento serravallese, tra il 1450 e il 1550. Durante questo periodo Serravalle si trova sotto l'egida della Repubblica di Venezia e, sfruttando la sua posizione strategica di porta verso il nord, potenzia in modo significativo le sue attività mercantili al punto da attirare in città persone dai paesi limitrofi, ma anche dal Cadore, dall'Alpago, dal Tirolo e persino dalla Lombardia. La Contrada di Cal Granda si estende dalla porta de Yandre fino alla porta Inferiore o di San Lorenzo e sta all'interno della terza cinta muraria, edificata nel tardo periodo dei Caminesi. Sull'ex Cal Granda, porticata su ambo i lati, si affacciano i palazzi delle famiglie nobili di Serravalle, i cui prospetti, non più costruiti in mattoni secondo l'usanza gotica, ma con pietre locali, arenaria e calcare, assumono un'immagine più sontuosa ed imponente. Anche la tipologia dei palazzi cambia e si rifà non più all'edificio gotico trevigiano ma a quello quattrocentesco veneziano, con salone centrale e piano nobile sormontato ad un mezzanino. La sede stradale è stata gradualmente innalzata nei secoli per fronteggiare le frequenti innondazioni del Meschio; sotto le fondazioni degli edifici si trovano i resti di abitazioni del periodo romano.

Individuazione delle componenti fisiche e naturali dell'unità morfologica

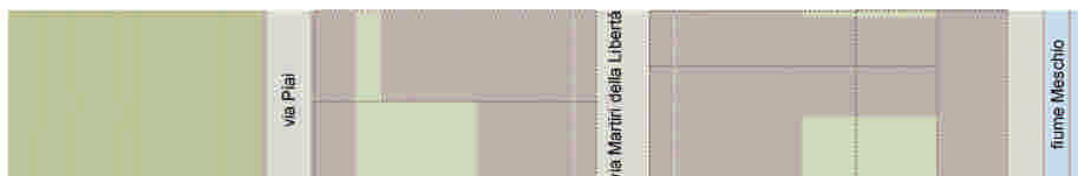
Evidenziazione dei principali elementi qualitativi morfologici

Sezioni con la configurazione del patrimonio edificato e delle infrastrutture
Questa tavola rileva la configurazione degli edifici rispetto all'altezza e alla zona morfologica e ciò consente di esprimere un giudizio di valore sull'assetto edilizio:
- gli edifici di via Martiri della Libertà hanno un'altezza media di 13,00 ml. La distanza tra un fronte e l'altro, che coincide con il sedime stradale, è omogenea ed è di circa 6,60.
- Lo stretto ed omogeneo fronteggiarsi di un edificio all'altro, nel primo tratto della via, rende difficile il soleggiamento dei piani più bassi, mentre in corrispondenza dello slargo di piazza Minucci e del Teatro Sociale di Serravalle (50,00 ml la distanza tra un fronte e l'altro) la situazione migliora a beneficio anche degli edifici successivi fino alla porta di San Lorenzo.
Ad un'analisi visiva emerge che:
- l'epoca di costruzione pare mediamente omogenea, fatta eccezione per l'intervento ottocentesco di piazza Minucci;
- gli edifici hanno stati di conservazione diversi, alcuni restaurati altri in cattive condizioni.

Sezione C-C

Sezione D-D

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi relativi ad edifici e infrastrutture

Disposizione degli edifici rispetto al lotto

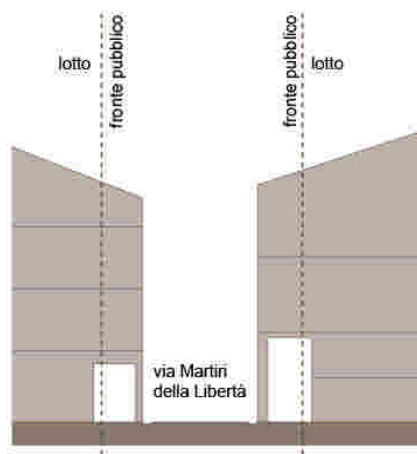
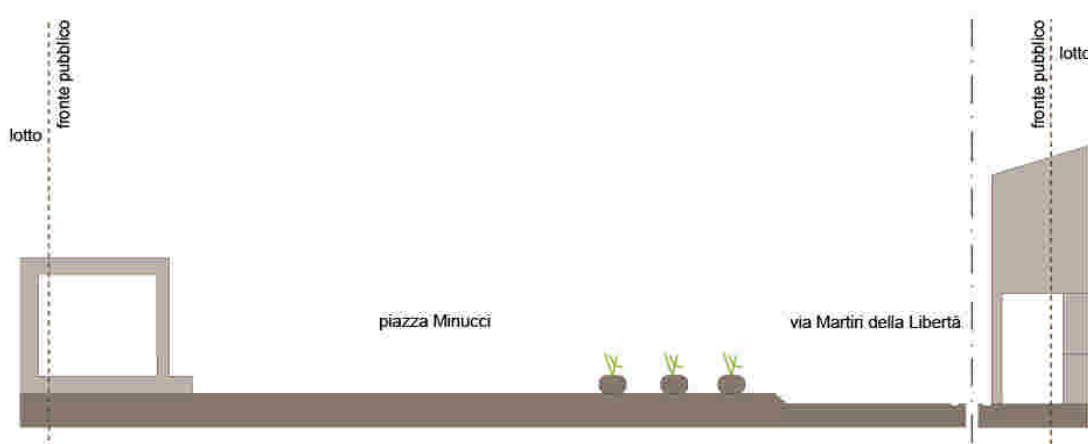
Questa tavola individua la disposizione dell'edificio all'interno del proprio lotto ed esprime il rapporto tra la superficie edificata e la superficie biotica.
I palazzi quattro-cinquecenteschi disposti uno a fianco all'altro, diversamente da quelli di via Roma, riprendono la tipologia del palazzo veneziano e la scansione modulare del lotto fa pensare ad una sorta di piano di lottizzazione, il cui modulo è rappresentato dall'arcata del portico. I lotti hanno una larghezza minima di 5 ml sul fronte strada, che equivale a due portici, mentre larghezze superiori sono riconducibili a valori multipli. I lotti hanno una profondità che va dai 20 ai 40 ml.
I palazzi si aprono al loro interno su cortili che garantiscono soleggiamento ed aereazione agli ambienti. Questi possono essere pavimentati oppure biotici come nel caso di palazzo Minucci.
Su via Cal Granda prospettano le facciate di rappresentanza e qui si aprivano gli ingressi alle abitazioni (collocate al piano nobile) e agli uffici direzionali disposti al piano terreno mentre sul retro si distribuivano in modo parallelo i percorsi di servizio sui quali prospettavano i magazzini dove avveniva il carico e lo scarico delle merci.

Sezione C-C

Sezione D-D

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli edifici rispetto al lotto

Fronti pubblici

Il fronte pubblico ovvero l'area compresa tra il confine del lotto privato e il ciglio stradale è interamente porticato e ciò garantisce la separazione tra la viabilità pedonale e quella carraia. La pavimentazione dei portici è sopraelavata rispetto a quella stradale e la sua disomogeneità materica scandisce il passaggio tra un palazzo e l'altro. Sui portici si aprono gli ingressi alle abitazioni e oggi i locali al piano terreno sono occupati da attività commerciali di vario genere. Tra il marciapiede e la carreggiata stradale vi è una canalina di scolo per la raccolta delle acque meteoriche. La ridotta sezione stradale, soprattutto tra piazza Flaminio e piazza Minucci, non consente di prevedere una pista ciclabile che invece potrebbe collocarsi nella parallela che fiancheggia il Meschio. L'omogeneità del fronte pubblico s'interrompe in corrispondenza dello slargo che accoglie piazza Minucci, il Mercato Coperto e il Teatro di Società (intervento del 1870 dell'architetto Segusini).

Sezione C-C

Sezione D-D

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi dei fronti pubblici

VIA CASONI

Impianto morfologico rinascimentale: comevia Martiri della Libertà, l'assetto morfologico di via Casoni (ex via Tiera) risale al periodo rinascimentale. Collegata a nord alla via Cal Granda dal ponte di Pietra che conduce a piazza Flaminio e a sud dal ponte di Nogarolo, via Casoni costituiva una sorta di porta d'accesso alle merci nella contrada. Nominata già nel 1337 come *Tayra*, nel 1434 come *contrada Tiere,* nel 1462 come *contrada Tirie,* costituiva una borgata popolosa, la cui edificazione fu modellata secondo l'andamento dell'alveo del fiume. A nord gli fa da sfondo il lato della chiesa di S. Maria (nova), l'attuale duomo di Serravalle, la cui edificazione risale al 1326.
Anche via Casoni, come via Cal Granda, nel 1521 fu colpita dall'inondazione del Meschio e ancora oggi ne sono visibili le conseguenze: la quota d'imposta dei portici risulta al di sotto del livello attuale della strada.
Gli edifici sorti ad ovest dell'ex via Tiera affacciano i loro prospetti secondari sul Meschio e su piccoli giardini privati ottenuti arginando il corso del fiume, che fungono a loro volta da sfondo per la piazza Flaminio. Tra i palazzi rinascimentali presenti in via Casoni sono da menzionare palazzo Galletti e casa Pinadello mentre tra quelli secenteschi spicca palazzo Borsoi con le sue forti bugnature.

Individuazione delle componenti fisiche e naturali dell'unità morfologica

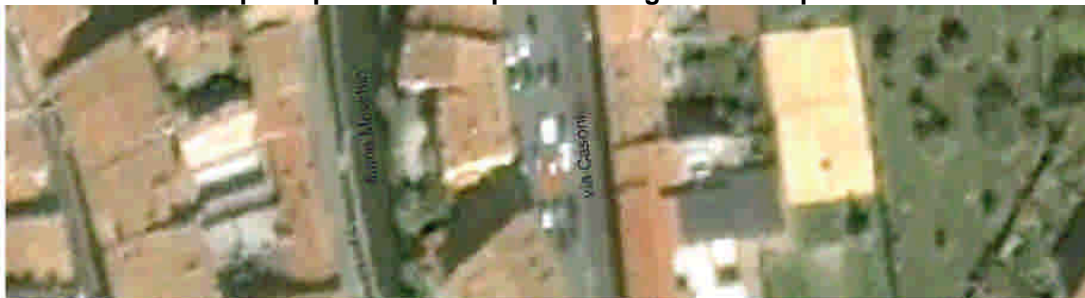
Evidenziazione dei principali elementi qualitativi morfologici

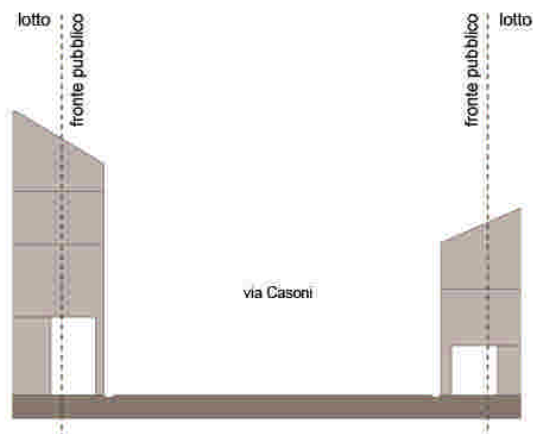
Sezioni con la configurazione del patrimonio edificato e delle infrastrutture
Gli edifici hanno un'altezza variabile tra gli 8,00 e i 13,00 ml. La distanza tra un fronte e l'altro è variabile e raggiunge anche i 19,00 ml. Questo particolare assetto morfologico ha consentito di prevedere una zona di sosta a lato del sedime stradale. L'epoca di costruzione degli edifici non si può definire omogenea e il loro stato di conservazione è differente.

Sezione E-E

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi relativi ad edifici e infrastrutture

Disposizione degli edifici rispetto al lotto
Questa tavola esprime il rapporto tra la superficie edificata e la superficie biotica. L'allineamento del fronte edificato su via Casoni è omogeneo e quasi interamente porticato. Ad ovest gli edifici sul Meschio hanno dei piccoli giardini ricavati grazie ad argini artificiali, mentre ad est i palazzi hanno giardini più ampi che si estendono fino a coprire tutta l'estensione del lotto.
Sezione E-E

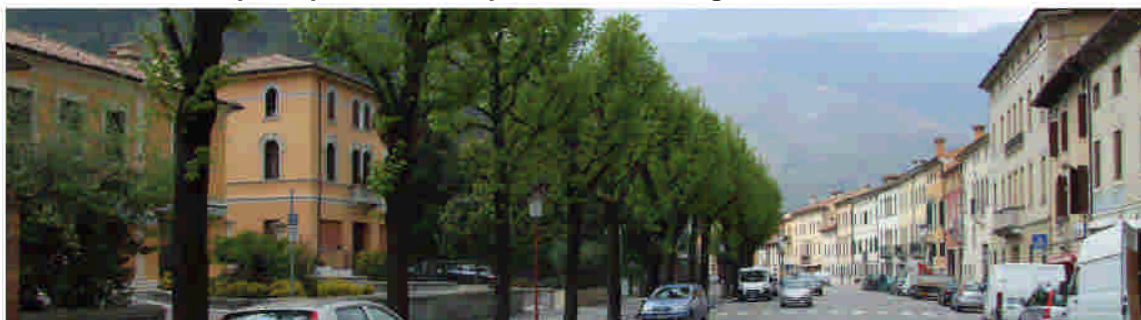
Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli edifici rispetto al lotto

Fronti pubblici
Il fronte pubblico ovvero l'area compresa tra il confine del lotto privato e il ciglio stradale è quasi interamente porticato e questo garantisce la separazione tra la viabilità pedonale e quella carraia.
L'ampiezza della sezione stradale, soprattutto nel tratto centrale, ha consentito di destinare parte della superficie alla sosta delle automobili, scelta che ha senza dubbio ridotto la qualità visiva della zona.
Il livello della pavimentazione dei portici è sopraelavato rispetto a quello stradale e i due settori sono divisi, in entrambi i lati, da una colina di scolo per la raccolta delle acque meteoriche.
Sotto i portici si aprono gli ingressi alle abitazioni e ad alcuni studi professionali.

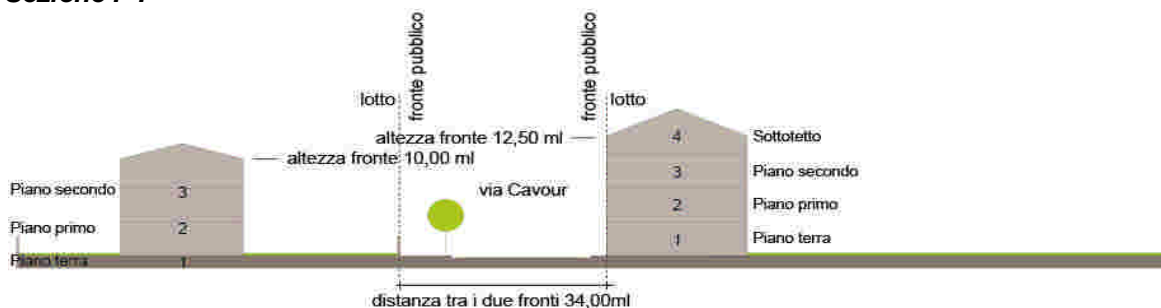
Sezione E-E

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi dei fronti pubblici

VIA CAVOUR

Impianto morfologico otto-novecentesco: a sud della porta di San Lorenzo si estende via Cavour espressione fisica dell'apertura economica e sociale che dalla fine del Settecento ha interessato i borghi di Serravalle e di Ceneda. Questi ultimi si sono progressivamente sviluppati lungo l'asse stradale via Cavour - viale della Concordia fino a congiungersi e a diventare nel 1866 (anno dell'annessione del Veneto all'Italia) un'unica città di nome Vittorio Veneto.
Rispetto a via Roma e via Martiri della Libertà, qui gli spazi si ampliano considerevolmente, la strada ed i marciapiedi hanno sezioni notevoli e gli edifici, progettati con più attenzione alle norme igienico-sanitarie, godono di una maggiore esposizione solare e di considerevoli superfici biotiche di pertinenza. La via è fiancheggiata, su un lato, da un filare continuo di tigli d'alto fusto che garantisce un aumento dell'indice di bioticità dell'unità morfologica.
I fabbricati che si affacciano su via Cavour costituiscono da un lato un fronte continuo, la cui parte privata si apre su cortili e giardini non visibili dalla strada, mentre dall'altro un fronte ritmato da villini posizionati centralmente rispetto al lotto quadrangolare e circondati da giardini.

Individuazione delle componenti fisiche e naturali dell'unità morfologica

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi morfologici

Sezioni con la configurazione del patrimonio edificato e delle infrastrutture
Gli edifici hanno un'altezza variabile tra gli 10,00 e i 13,00 ml. La distanza tra i fronti è costante e pari a circa 34,00 ml. Questo assetto ha consentito di realizzare ampi marciapiedi, e su un lato un filare di tigli. L'epoca di costruzione degli edifici non è del tutto omogenea e lo stato di conservazione è mediamente buono.

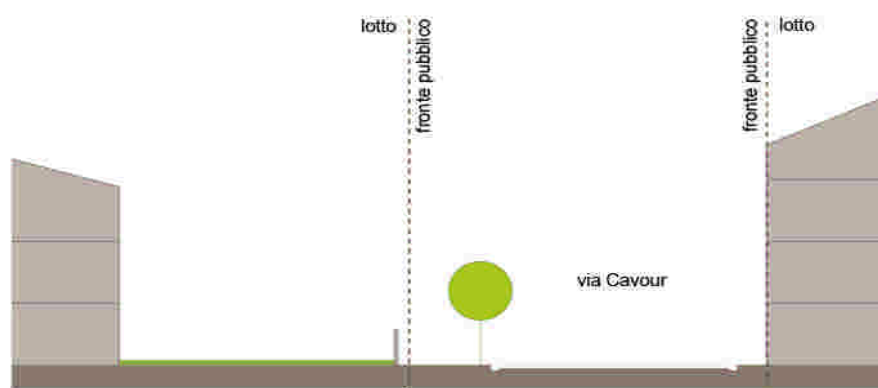
Sezione F-F

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi relativi ad edifici e infrastrutture

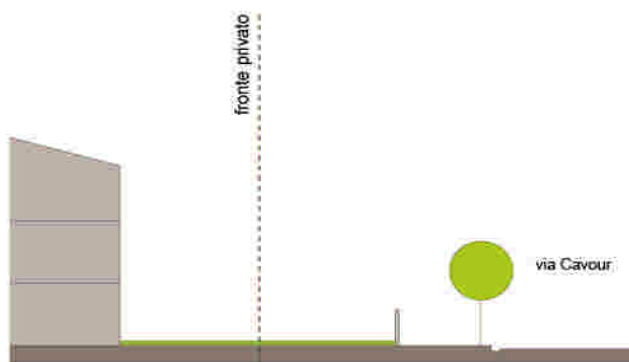
Disposizione degli edifici rispetto al lotto
Questa tavola esprime il rapporto tra la superficie edificata e quella biotica. Il fronte edificato sul lato destro di via Cavour è omogeneo e dotato di ampi giardini privati interni non visibili dalla strada, mentre il fronte sinistro è costituito da villini dei primi del '900 interamente circondati da giardini privati. Si può affermare che l'unità morfologica presa in esame ha un buon rapporto tra la superficie edificata e quella biotica.

Sezione F-F

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli edifici rispetto al lotto

Fronti pubblici
Il fronte pubblico è l'area compresa tra il confine del lotto privato e il ciglio stradale. Configura il modo in cui lo spazio privato si apre a quello pubblico.
Nell'unità morfologica di via Cavour questo spazio ha dimensioni ragguardevoli basti pensare che il marciapiede di destra è largo 1,50ml e quello di sinistra, separato dalla strada da un filare di tigli e dall'illuminazione pubblica, 13,50 ml. A destra il marciapiede, completamente pavimentato con lastre di pietra rosa, è diviso dalla strada da una lieve differenza di quota, mentre a sinistra, la differenza si fa più consistente e l'immagine è quella di un viale pedonale piuttosto che di un marciapiede.
Tra il marciapiede, il viale pedonale e le carreggiate è presente, su ambo i lati, una canalina di scolo per la raccolta delle acque meteoriche.
La dimensione della sezione stradale è tale da consentire la sosta delle auto su ambo il lati e da prevedere il progetto di una pista ciclabile.

Sezione F-F

Fronti privati
Per fronte privato si intende l'area compresa tra il fronte dell'edificio e il confine del lotto sul quale esso insiste.
Il fronte privato, nel centro storico di Serravalle, è presente unicamente nell'unità morfologica di via Cavour e coincide con i giardini frospicienti i villini novecenteschi. Quest'ultimi aumentano la consistenza e la percezione del livello di bioticità della zona.

Sezione F-F

7.4.1.1. La matrice degli utilizzi: funzioni ed usi all'interno delle unità morfologiche

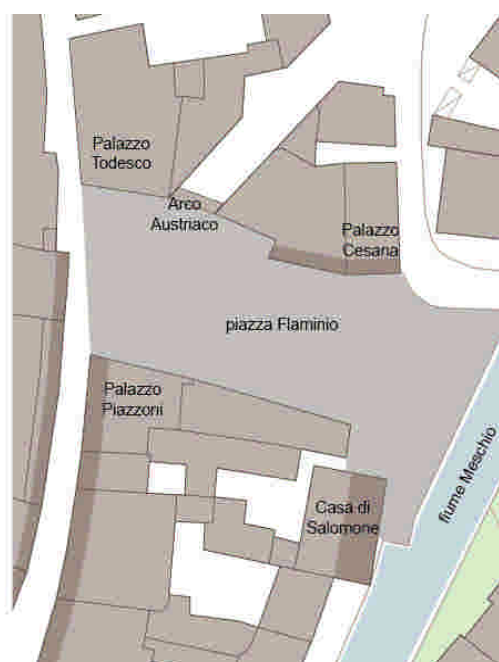
Questa matrice consente di individuare, all'interno di ciascuna unità morfologica in esame, quali sono le funzioni rilevate e quindi di comprenderne la vocazione d'uso. Si prenda ad esempio via Martiri della Libertà, la matrice mette in evidenza che le funzioni riscontrate sono molteplici: residenziale, commerciale, direzionale, pubblica e turistico-ricettiva. Questo consente, in fase progettuale, all'Amministrazione e al progettista di avere uno strumento in più per fare delle valutazioni sulle future destinazioni da prevedere nell'area e su eventuali azioni da mettere in campo, per esempio, sulla viabilità, sui trasporti, sui servizi alle persone.

	Unità morfologica			
	via Roma	**via Martiri della Libertà**	**via Casoni**	**Via Cavour**
Residenziale				
Palazzo storico monofamiliare	●	●	●	●
Palazzo storico adibito ad appartamenti	●	●	●	●
Palazzo storico adibito a funzioni miste	●	●	●	●
Villa isolata monofamiliare				●
Commerciale				
Attività commerciali al dettaglio, beni alimentari		●		●
Attività commerciali al dettaglio, generi vari	●	●	●	●
Gallerie d'arte	●			
Ristorazione	●	●		●
Pubblici esercizi ed attività di servizio alla residenza	●	●	●	●
Attività artigianali		●		●
Mercato settimanale				●
Direzionale				
Uffici privati, studi professionali	●	●	●	●
Banche, assicurazioni		●		
Pubbliche				
Museo		●		
Teatro		●		
Cinema				
Scuole				●
Attrezzature sportive				
Edifici religiosi		●		
Parcheggio pubblico	●	●	●	●
Biblioteche				
Stazione treni				
Stazione autobus				
Fermata autobus		●	●	●
Turistico - ricettive				
Attività ricettive				
Uffici informazioni turistiche		●		

7.4.2. Livello di infrastrutturazione degli spazi aperti e delle strade

7.4.2.1. Piazze: individuazione e caratterizzazione degli spazi aperti

Il modello proposto individua all'interno dell'unità morfologica gli spazi aperti, potenziali luoghi di socializzazzione e di funzioni al servizio dei cittadini. Su una scheda vengono individuate le attività svolte, la presenza di aree di sosta e il grado di bioticità.

via Martiri della Libertà - Piazza Flaminio

Attività commerciali	Bar, trattoria, museo, farmacia, alimentari
Attività temporanee	COMODAMENTE città e parole in festival
	SE MI LASCI leggere, giocare, aiutare
	Mercatino dell'antiquariato e dell'hobbistica
Sedute	Non presenti
Alberature	Presenti piccole aiuole puntuali
Rete WI-FI	Non presente

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli spazi aperti

via Martiri della Libertà - Piazza Minucci

Attività commerciali	Gioielleria, ufficio Informazioni Turistiche, teatro, banca
Attività temporanee	Vini in Loggia
	SE MI LASCI suonare
	COMODAMENTE citt‡ e parole in festival
Sedute	Presenti
Alberature	Presenti piccole aiuole puntuali
Rete WI-FI	Presente

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli spazi aperti

Attività commerciali	Bar, ristorante, Distretto Socio Sanitario Nord, Guardia medica
Attività temporanee	Feste, mostre e concerti
	SE MI LASCI non vale, biciclettare, raccontare, spiegare
	Opera sotto le stelle
	COMODAMENTE città e parole in festival
	Festa di S. Augusta, mercatino dei bambini, esposizioni nella Chiesa di San Giuseppe
Sedute	Non presenti
Alberature	Area verde alberata
Rete WI-FI	Non presente

Evidenziazione dei principali elementi qualitativi degli spazi aperti

7.4.2.2. Strade: individuazione dei sistemi di percorsi e di sosta

La conoscenza dimensionale e qualitativa della rete stradale e dei punti di sosta avviene attraverso un rilievo della sede stradale, dei marciapiedi, delle eventuali piste ciclabili, della posizione e del numero dei parcheggi.

Via Roma

Tipo strada	Urbana					
Area morfologica	Medioevale					
Pavimentazione stradale	Lastricata con ciottoli					
Larghezza strada	variabile da 3,55 a 5,45 m					
Larghezza marciapiede lato destro	variabile da 1,20 a 1,70 m					
Larghezza portico lato sinistro	2,50 m presente solo su un tratto di strada					
Tempo di attraversamento	5 secondi					
Sensi di marcia	Unico					
Parcheggi	13 in linea, 7 a pettine					
Alberatura lineare	Assente					
Trasporto pubblico	Assente					
Pista ciclabile	Futura realizzazione					
Pista ciclabile	30 km/h					
Livello di sicurezza	alto	•	medio		basso	
Livello di manutenzione	alto		medio	•	basso	
Qualit‡ visiva	alto	•	medio		basso	
Rischio di incidenti	alto		medio		basso	•
Livello di emissioni	alto		medio		basso	•
Livello di rumore	alto		medio		basso	•
Livello di saturazione	alto		medio		basso	•

Via Martiri della Libertà

Tipo strada	Urbana					
Area morfologica	Medioevale					
Pavimentazione stradale	Lastricata con ciottoli					
Larghezza strada	variabile da 3,55 a 5,45 m					
Larghezza marciapiede lato destro	variabile da 1,20 a 1,70 m					
Larghezza portico lato sinistro	2,50 m presente solo su un tratto di strada					
Tempo di attraversamento	5 secondi					
Sensi di marcia	Unico					
Parcheggi	13 in linea, 7 a pettine					
Alberatura lineare	Assente					
Trasporto pubblico	Assente					
Pista ciclabile	Futura realizzazione					
Velocit‡ consentita	30 km/h					
Livello di sicurezza	alto		medio	•	basso	
Livello di manutenzione	alto	•	medio		basso	
Qualit‡ visiva	alto		medio	•	basso	
Rischio di incidenti	alto		medio	•	basso	
Livello di emissioni	alto		medio	•	basso	
Livello di rumore	alto		medio	•	basso	
Livello di saturazione	alto	•	medio		basso	

Via Casoni

Tipo strada	Urbana					
Area morfologica	Rinascimentale					
Pavimentazione stradale	Asfaltata					
Larghezza strada	4,60 m					
Larghezza marciapiede lato destro	3,20 m					
Larghezza portico lato sinistro	3,00 m					
Tempo di attraversamento	10 secondi					
Sensi di marcia	Unico					
Parcheggi	26 a pettine doppia fila					
Alberatura lineare	Presente con fermata					
Trasporto pubblico	Assente					
Pista ciclabile	Futura realizzazione					
Velocit‡ consentita	30 km/h					
Livello di sicurezza	alto		medio	•	basso	
Livello di manutenzione	alto		medio	•	basso	•
Qualit‡ visiva	alto		medio	•	basso	
Rischio di incidenti	alto		medio	•	basso	
Livello di emissioni	alto	•	medio		basso	
Livello di rumore	alto		medio	•	basso	
Livello di saturazione	alto	•	medio		basso	

Via Cavour

Tipo strada	Urbana					
Area morfologica	Rinascimentale					
Pavimentazione stradale	Asfaltata					
Larghezza strada	4,60 m					
Larghezza marciapiede lato destro	3,20 m					
Larghezza portico lato sinistro	3,00 m					
Tempo di attraversamento	10 secondi					
Sensi di marcia	Unico					
Parcheggi	26 a pettine doppia fila					
Alberatura lineare	Presente con fermata					
Trasporto pubblico	Assente					
Pista ciclabile	Futura realizzazione					
Velocit‡ consentita	30 km/h					
Livello di sicurezza	alto	•	medio		basso	
Livello di manutenzione	alto		medio	•	basso	
Qualit‡ visiva	alto	•	medio		basso	
Rischio di incidenti	alto		medio		basso	•
Livello di emissioni	alto		medio	•	basso	
Livello di rumore	alto		medio	•	basso	
Livello di saturazione	alto		medio	•	basso	

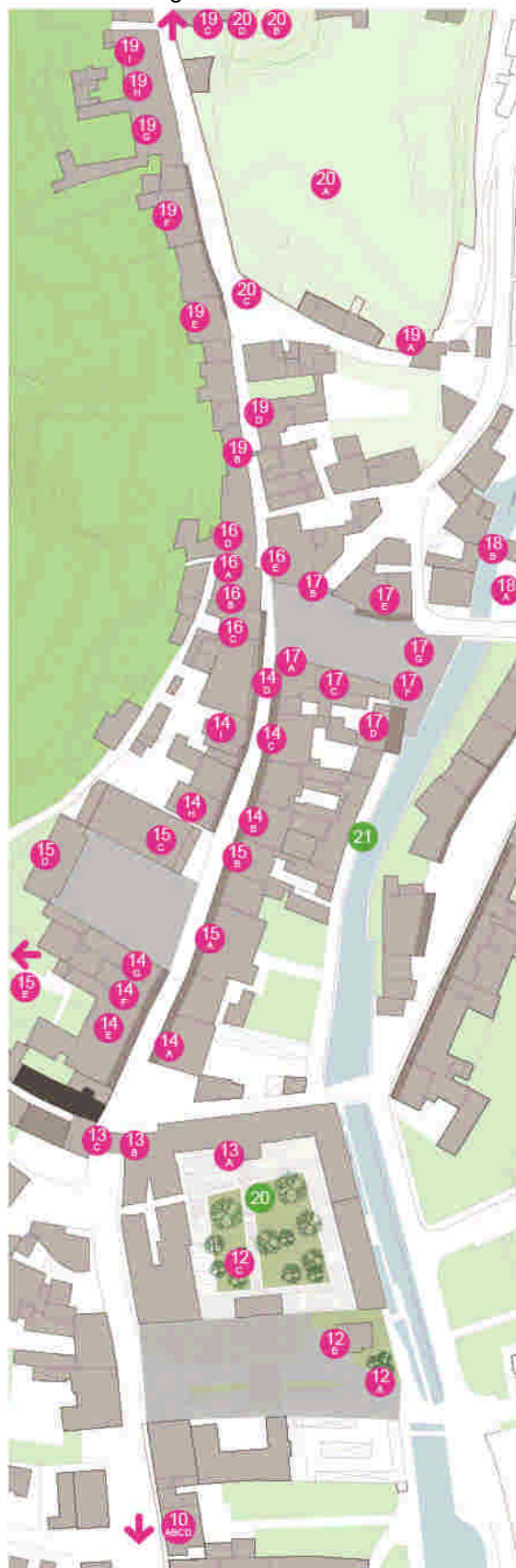
7.4.3. Rete di illuminazione pubblica

Un rilievo dei corpi illuminanti, della loro localizzazione e delle caratteristiche consente di comprenderne il *livello di efficienza*.

Si valutano inoltre: il livello d'illuminazione, le tipologie delle lampadine, la tipologia dei corpi illuminanti e la possibilità di utilizzare sistemi d'alimentazione alternativi.

Tipologia	Unità morfologica				
	Via Roma	Via Martiri Libertà	Via Casoni	Via Cavour	Osservazioni
					Illuminazione sufficiente si | no | abbastanza **Uso di lampade a basso consumo** si | no | abbastanza **Alimenta inquinamento luminoso** si | no | abbastanza **Sostituibile con luci alimentate con pannelli fotovoltaici** si | no | abbastanza
					Illuminazione sufficiente si | no | abbastanza **Uso di lampade a basso consumo** si | no | abbastanza **Alimenta inquinamento luminoso.** si | no | abbastanza **Sostituibile con luci alimentate con pannelli fotovoltaici** si | no | abbastanza
					Illuminazione sufficiente si | no | abbastanza **Uso di lampade a basso consumo** si | no | abbastanza **Alimenta inquinamento luminoso** si | no | abbastanza **Sostituibile con luci alimentate con pannelli fotovoltaici** si | no | abbastanza
					Illuminazione sufficiente si | no | abbastanza **Uso di lampade a basso consumo** si | no | abbastanza **Alimenta inquinamento luminoso** si | no | abbastanza **Sostituibile con luci alimentate con pannelli fotovoltaici** si | no | abbastanza
					Illuminazione sufficiente si | no | abbastanza **Uso di lampade a basso consumo** si | no | abbastanza **Alimenta inquinamento luminoso** si | no | abbastanza **Sostituibile con luci alimentate con pannelli fotovoltaici** si | no | abbastanza
					Illuminazione sufficiente si | no | abbastanza **Uso di lampade a basso consumo** si | no | abbastanza **Alimenta inquinamento luminoso** si | no | abbastanza **Sostituibile con luci alimentate con pannelli fotovoltaici** si | no | abbastanza

7.4.4. Reti informative: Visitando Vittorio Veneto

É il sistema di visita del centro urbano della città attraverso tre percorsi: dei Tre Centri, dei Margini e del Verde che guidano il visitatore mediante marcatori a terra e stazioni informative.

PERCORSO DEI TRE CENTRI

10 ìAl bar Alpinoî
A Bar Alpino
B Monastero di San Girolamo
C Villa Ivandich Schonborn Serravalle
D Palazzo Lucheschi

12 Foro Boario
A Il cippo
B Chiesetta di San Giuseppe
C ìOspedale Vecchioî

13 Piazza Vecellio
A Scuola della Confraternita di Santa maria dei Battuti
B Oratorio dei Santi Lorenzo e Marco
C Torre dell’Orologio

14 Via Martiri della Libert‡ - Cal Granda
A Palazzo Sarcinelli
B Palazzo Sanfiori – Comuzzi Maiano
C Palazzo Filomena Marchi Vascellari Faganello
D Palazzo Piazzoni
E Palazzo Pancetta
F Casa Sanfiori
G Palazzo Brocca
H Palazzo Gajotti Arrigoni Rova
I Palazzo Racola Troyer

15 Piazza Minucci
A Piazza Minucci – De Carlo
B Chiesa della Santa Croce
C Teatro Sociale di Serravalle
D Mercato coperto
E Antiche mura sul Colle di sant’Antonio

16 Loggia di Serravalle
A Palazzo della Comunit‡ di Serravalle
B Torre Civica
C Casa Bernandini
D Palazzo Torres
E Palazzo tedesco

17 Piazza Flaminio
A Palazzo Piazzoni
B ìArco Austriacoî
C ìMonte di piet‡î
D Casa di Salomone
E Palazzo Cesana
F Pilastro
G Antenna
H Meschietti

18 Duomo di Serravalle
A Duomo di Serravalle
B Campanile

19 Via Roma
A ìPorta dello Spaltoî
B ìPorta de Yandreî o ìdei Andreî
C ìPorta Superioreî
D Palazzo Giustiniani
E Palazzo Manarin
F Palazzo Stella
G Palazzo Cesena Muzzi ìde Rivaî
H Palazzo Costantini
I Palazzo Casoni

20 Castrum
A ìCastrumî
B ìTorreî
C cancellata
D ìPorta della Mudaî

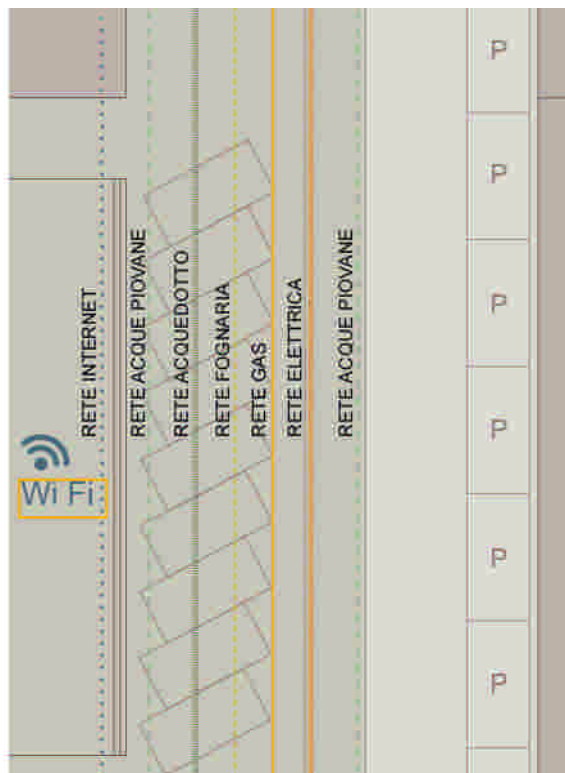
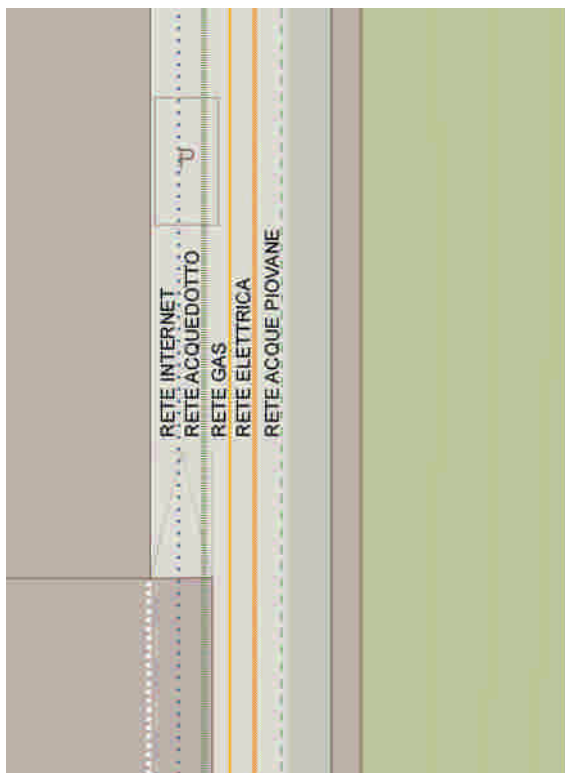
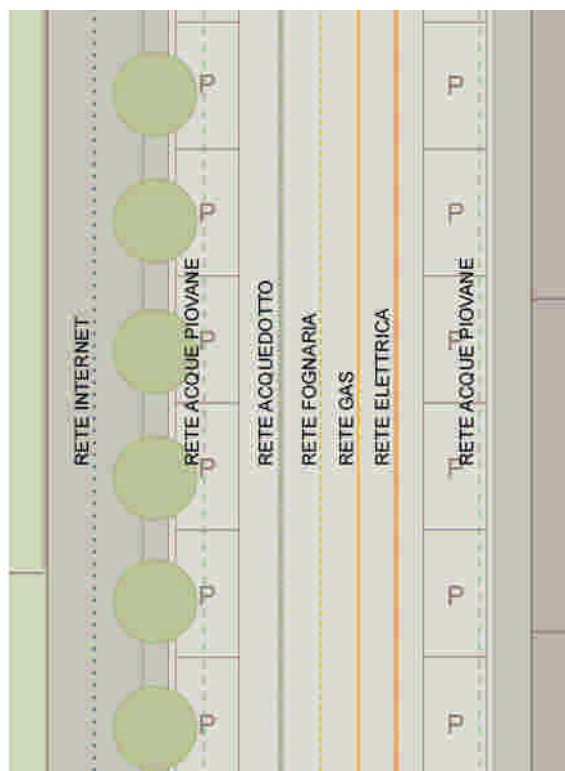
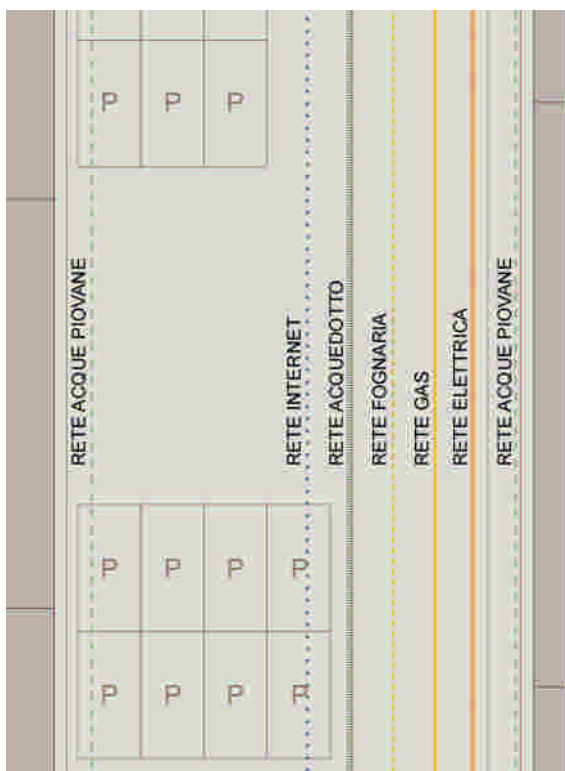
PERCORSO DEL VERDE

20 Ospedale Vecchio
21 Meschietti

7.4.5. Reti tecnologiche

7.4.5.1. Individuazione delle reti tecnologiche

La conoscenza delle reti tecnologiche (acquedotto, fognatura, gas, raccolta acque meteoriche, telefono) di cui è dotata l'unità morfologica parte in primo luogo da un rilievo e da una localizzazione planimetrica.

via Martiri della Libertà

via Casoni ***via Cavour***

7.4.5.2. Qualità delle reti tecnologiche: matrice di valutazione

La valutazione del livello di qualità delle dotazioni tecnologiche per ciascuna unità morfologica avviene attraverso la compilazione della matrice allegata di seguito. Questa riporta in ascissa alcune informazioni utili per comprendere le caratteristiche delle reti tecnologiche e per valutarne l'efficienza in termini di salvaguardia delle risorse e di risposta alle esigenze degli utenti.
Nel nostro caso è stata compilata in base alle informazioni disponibili.

Rete tecnologica	**Unità morfologica**			
	Via Roma	**Via Martiri della Libertà**	**Via Casoni**	**Via Cavour**
Rete acquedotto				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)	100%	100%	100%	100%
Dotazione pro-capite giornaliera immessa in rete				
Perdite della rete				
Qualità dell'acqua erogata	buono	buono	buono	buono
Livello di manutenzione della rete				
Sorgente di approvvigionamento	pozzo	pozzo	pozzo	pozzo
Rete raccolta acque meteoriche				
Indice rispondenza rete tecnologica (sup. urbanizzate/km sviluppo reti)	totale	totale	totale	totale
Indice di efficienza tecnologica (ml rete/abitanti serviti)				
Livello di manutenzione				
Sistema di smaltimento				
Sistemi di filtraggio olii (in corrispondenza di parcheggi)	assente	assente	assente	assente
Rete fognaria acque reflue urbane				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)				
Utilizzo della capacità depurativa (rapporto tra ab. equivalenti serviti e potenzialità degli impianti)				
Acque reflue destinate al riutilizzo				
Livello di manutenzione				
Sistema di depurazione	depuratore	depuratore	depuratore	depuratore
Rete distribuzione gas				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)	100%	100%	100%	100%
Perdite della rete				
Livello di manutenzione della rete				
Rete distribuzione energia elettrica				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)	100%	100%	100%	100%
Livello di manutenzione				
Rete Internet				
Copertura del servizio (abitanti serviti/abitanti totali)	100%	100%	100%	100%
Gestore				
Tipologia della rete				
Velocità di connessione				
Presenza di servizio WI-FI	assente	Piazza Minucci	assente	assente

7.4.6. Risorse naturali

Per definire il grado di bioticità delle quattro unità morfologiche è necessario individuare le aree verdi puntuali e lineari sia pubbliche che private e definirne le qualità in termini di livello di biodiversità, di trattamento delle superfici, di età delle piante, ecc.

Verde pubblico puntuale

Piazza Foro Boario

Un'altra superficie biotica presente nel tessuto rinascimentale di Serravalle è inserita all'interno delle corti degli edifici.
Cuore del palazzo, costituisce la fonte di luce ed di aria per tutti i locali che vi si affacciano.
Talvolta le corti sono pavimentate, ma ci sono casi nei quali la superficie è a prato con la presenza di arbusti di medie dimensioni.
Le parti pavimentate sono generalmente a lastre di pietra locale.

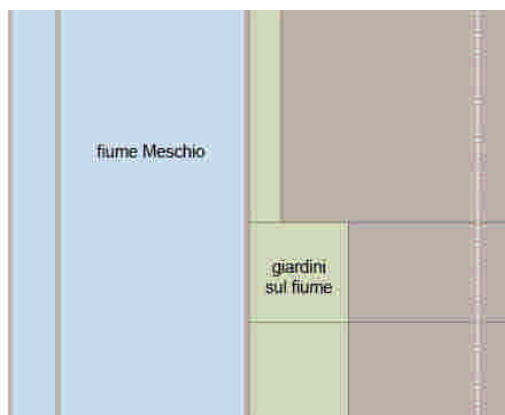
Evidenziazione dei principali elementi del verde pubblico puntuale

Area verde attrezzata via Piai

L'intervento propone il recupero del giardino terrazzato a ridosso della terza cinta muraria, mediante una sua riconversione ad uso pubblico. Questa prevede l'uso di tecniche tradizionali come i muretti a secco e la piantumazione di specie arboree ed arbustive autoctone, la realizzazione di un'area attrezzata per il gioco dei bambini, ed un sistema di illuminazione a basso impatto visivo ed energetico. La qualità urbana è raggiunta, oltre che con l'attenta valutazione dell'inserimento del progetto nel contesto storico, urbanistico e ambientale, anche con l'intento di promuovere l'aggregazione sociale.

Evidenziazione dei principali elementi del verde pubblico puntale

Verde privato puntuale

via Casoni - giardini pensili sul fiume Meschio

Gli edifici che sorgono sul lato sinistro di via Casoni e si affacciano su Piazza Flaminio hanno dei piccoli giardini a ridosso del Meschio.
Questi costituiscono una sorta di quinta verde e, allo sguardo, l'unico elemento biotico di arredo della piazza.
Sono presenti degli alberi ornamentali di piccolo fusto (*Prunus*) e degli arbusti per la realizzazione di siepi.
Parte della superficie è destinata a verde anche se sono presenti dei piccoli percorsi la cui pavimetazione è realizzata con superfici semi-permeabili (ghiaia o pavimentazione lapidea su sabbia).

Evidenziazione dei principali elementi del verde privato puntuale

via Roma – Castrum

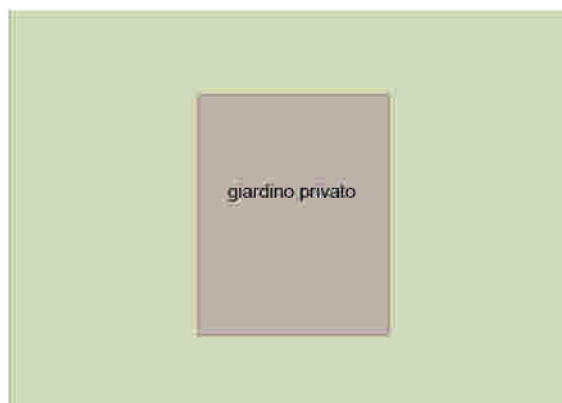
Un'altra superficie biotica di notevoli dimensioni è quella rappresentata dal *castrum* di via Roma.
E' adibito a parco per gli ospiti del Bed & Breakfast allestito nella torre del Castello ed è destinato ad ospitare annualmente un festival teatrale, La maggior parte della superficie è a prato; pochi gli alberi e gli arbusti.

Evidenziazione dei principali elementi del verde privato puntuale

via Martiri della Libertà - corte interna agli edifici

Un'altra superficie biotica presente nel tessuto rinascimentale di Serravalle è inserita all'interno delle corti degli edifici.
Cuore del palazzo, costituisce la fonte di luce ed di aria per tutti i locali che vi si affacciano.
Talvolta le corti sono pavimentate, ma ci sono casi nei quali la superficie è a prato con la presenza di arbusti di medie dimensioni.
Le parti pavimentate sono generalmente a lastre di pietra locale.

Evidenziazione dei principali elementi del verde privato puntuale

via Cavour – giardino di pertinenza alla villa

Via Cavour ha un livello di bioticità di molto superiore alle altre unità morfologiche questo grazie alla presenta di ampi giardini privati di pertinenza dei villini residenziali dei primi del novecento in stile liberty e dei cortili interni delle abitazioni tardo ottocentesche che fiancheggiano il lato destro della via.
Si tratta di giardini consolidati, con alberature d'alto fusto, le cui essenze rispecchiano le mode dell'epoca del loro impianto.
Tra i palazzi spicca Villa Lucheschi con il suo parco che si estende fino al fiume Meschio e un tempo anche oltre.

Evidenziazione dei principali elementi del verde privato puntuale

Verde pubblico lineare

Specie arboree	Unità morfologica				
	via Roma	**Via Martiri della Libertà**	**Via Casoni**	**Via Cavour**	**descrizione del livello di qualità**
TIGLIO					
PIOPPO					
IPPOCASTANO					
QUERCIA					
OLMO					

Evidenziazione delle alberature

7.4.7. L'Agenda progettuale per Serravalle

7.4.7.1. Vivibilità, bellezza e risorse naturali

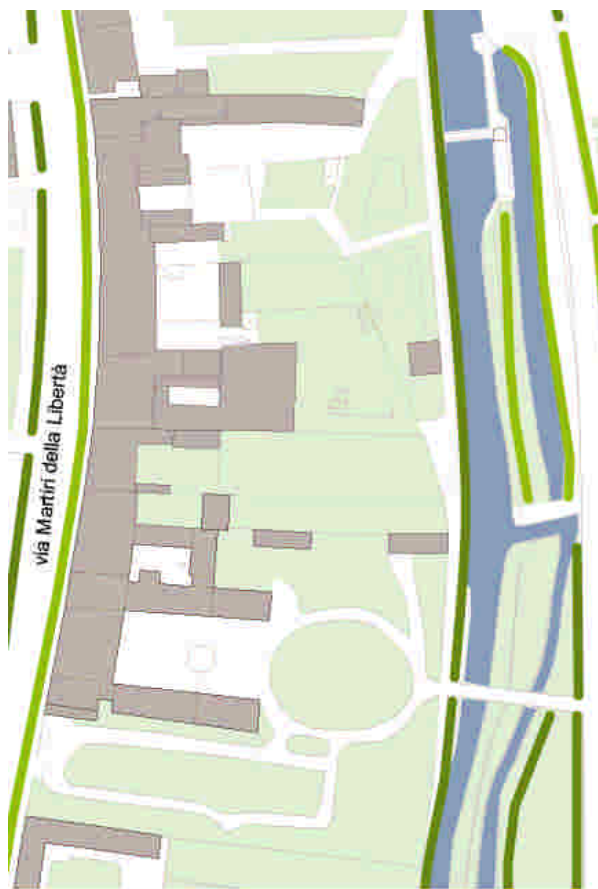
L'obiettivo di potenziare la vivibilità di Serravalle, aumentandone la bellezza e potenziandone le risorse naturali, si traduce nelle seguenti azioni:

- promuovere lo sviluppo di una rete di piazze di pietra (piazza Flaminio, piazza Minucci e piazza Foro Boario) oggi non sufficientemente connesse tra loro;
- proporre di annettere alle piazze di pietra nuovi luoghi di aggregazione quali la corte interna dell'attuale Istituto Scolastico Dante e il giardino di palazzo Piazzoni (destinato a diventare edificio residenziale pubblico per anziani);
- creare una rete delle piazze biotiche esistenti (il giardino di via Piai e la corte interna dell'ex ospedale civile) e connetterla ad una potenziale di progetto che potrebbe comprendere il castrum, la corte interna del palazzo Minucci (sede della Fondazione Minuccio Minucci) e il parco della villa Comunale di via Cavour.
- aumentare il grado di connessione tra la rete di tutte le piazze di pietra e biotiche attraverso un sistema sicuro ed esclusivo di percorsi pedonali e di piste ciclabili che parte dal castrum, attraversa piazza Flaminio, fiancheggia il fiume Meschio fino alla piazza Foro Boario e si divide per proseguire da un lato lungo il fiume e dall'altro lungo via Cavour per proseguire fino al centro.
- riqualificare il corso del fiume Meschio attraverso interventi mirati di consolidamento degli argini e di sistemazione del verde di pertinenza allo scopo di ridonargli un ruolo strategico all'interno del tessuto storico di Serravalle. L'obiettivo è quello di renderlo in modo riconoscibile la spina dorsale del sistema piazze e percorsi.
- potenziare, per quanto possibile, il patrimonio arboreo ed arbustivo per aumentare il livello di bioticità e di conseguenza per ridurre le isole di calore e mitigare l'inquinamento atmosferico.

L'Agenda progettuale si compone di un sistema organico di tecniche per la riqualificazione (illuminazione, rete stradale, reti tecnologiche, ecc.) che dà luogo ad un *manuale tecnico.* Si tratta di un lavoro che prevede fin da subito la necessità di una continua alimentazione in considerazione della costante innovazione delle tecnologie.

Corridoi: alberature per la riduzione delle isole di calore e mitigazione dell'inquinamento

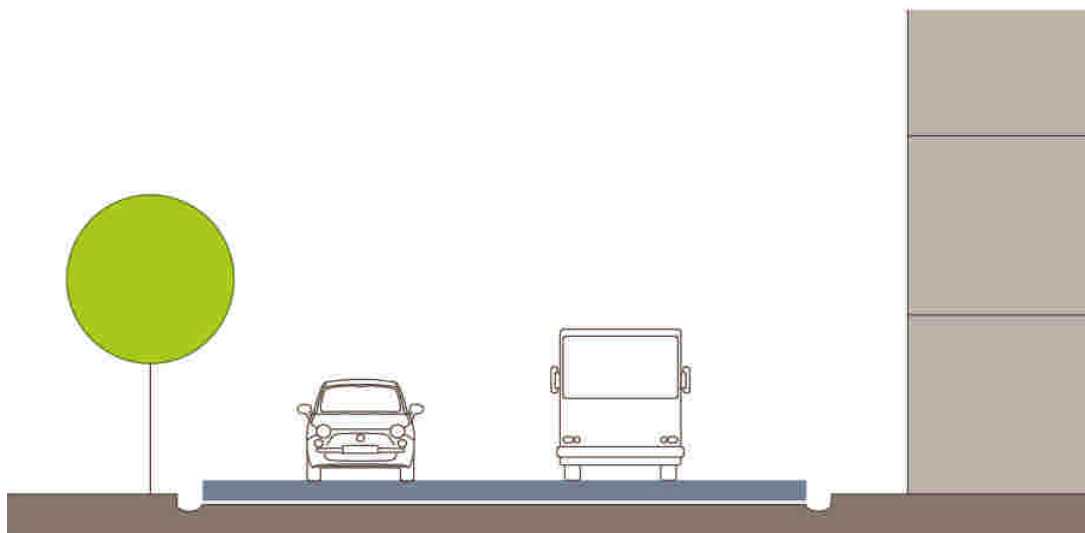
ALBERATURA ESISTENTE

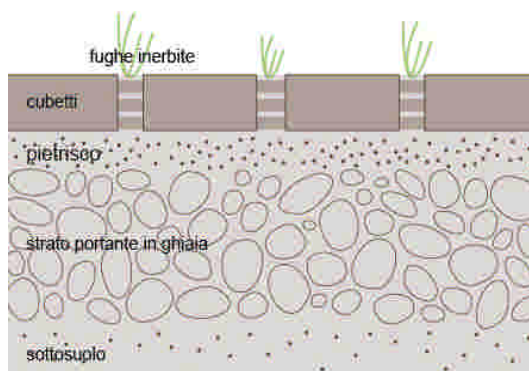
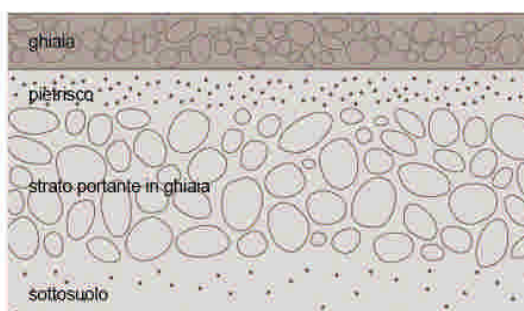
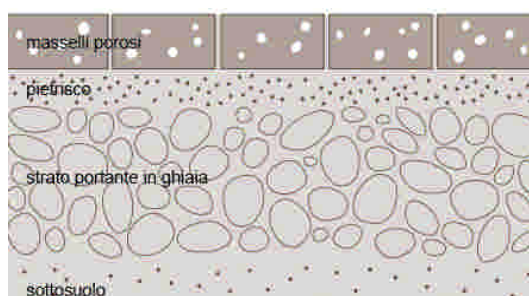
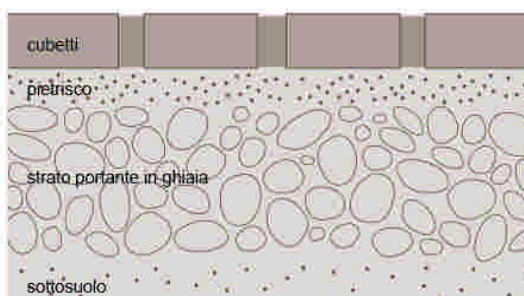
ALBERATURA NUOVA

I livelli di CO_2 presenti nell'atmosfera possono rappresentare un pericolo ambientale e sociale per la vita dell'uomo e della natura.
I dati rilevati su Serravalle non fanno emergere problemi in tal senso, in ogni caso è necessario sostenere una politica che incentivi l'aumento della superficie biotica con interventi di piantumazione lungo le strade, gli argini dei fiumi, i parchi pubblici, ecc. Realizzare viali alberati può offrire diversi vantaggi, non solo ambientali, ma anche igienici, climatici, estetici, sociali e culturali. Grazie ad una recente ricerca* si è arrivati a stilare una classifica di alberi con maggior capacità di assorbimento. Ne è risultato che il tiglio selvatico, il biancospino, il frassino da manna sono alberi particolarmente adatti a mitigare gli impatti negativi causati dello smog e a riassorbire parte dell'anidride carbonica. Per quanto riguarda la zona prossima al nostro intervento si potrebbe prevedere di raddoppiare il filare di tigli già esistenti lungo via Cavour e incrementare quelli lungo il Meschio.

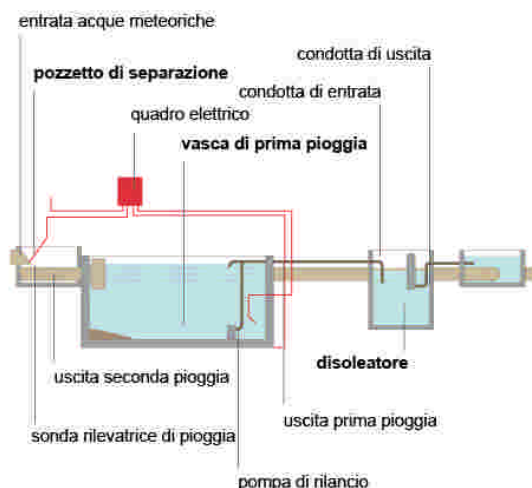
**Centro Servizi per il florovivaismo di Canneto sull'Oglio e dall'Istituto di Biometerologia (Ibimet) del CNR di Bologna*

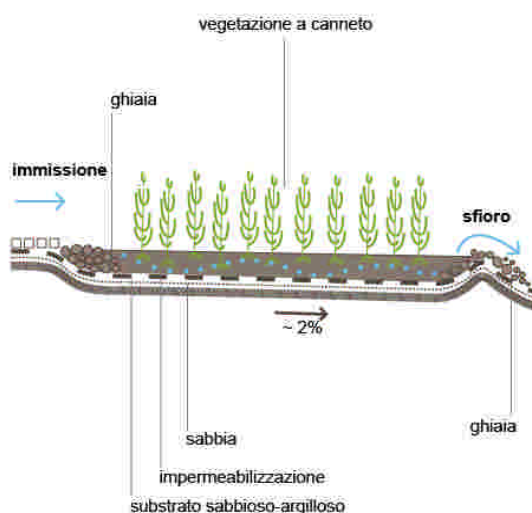
Permeabilità dei suoli

Asfalto per l'assorbimento del CO_2

Per combattere l'inquinamento provocato dallo smog urbano (fumi di caldaie, scarichi di auto, ecc.) si potrebbe utilizzare un cemento che presenta le stesse caratteristiche di quello normalmente usato in edilizia, ma contenente biossido di titanio in grado di trasformare, a contatto con l'aria e con i raggi solari, le molecole dei principali inquinanti rendendole inerti.
Per le sue proprietà antinquinamento risulterebbe pertanto una buona soluzione da adottare per il rivestimento del manto stradale di via Casoni e via Cavour le uniche prive di copertura in porfido.

Rivestimenti permeabili

Per ridurre l'impermeabilizzazione del suolo si possono impiegare delle pavimentazioni permeabili, manti porosi come asfalti e calcestruzzi drenanti intervallati con fughe inerbite o comunque non cementate. Queste soluzioni sono consigliate per superfici che non devono sopportare carichi elevati.

cubetti o masselli a fughe larghe inerite | **sterrati in ghiaia di granulometria uniforme**

masselli porosi con fughe in sabbia | **cubetti/masselli a fughe strette in sabbia**

Riqualificazione del sistema di raccolta delle acque

Filtraggio acque piovane

La gestione delle acque di prima pioggia è una delle prime azioni per tutelare gli ecosistemi acquatici da un carico inquinante derivato dal percolamento degli olii dei veicoli. Opportuni trattamenti permettono di assicurare gli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee 2000/60/CEE (direttiva quadro nel settore delle risorse idriche) e 91/271/CEE (Trattamento delle acque reflue urbane).
Il trattamento delle acque di prima pioggia, potrebbe essere utilizzato nei parcheggi lungo via Martiri della Libertà e via Casoni, che scaricano direttamente le acque piovane dentro il fiume Meschio.
Questo sistema consiste nel convogliare, tramite un pozzetto separatore, l'acqua in apposite vasche dette "vasche di prima pioggia".
Il sistema di trattamento di compone di tre fasi:
1) Separare, tramite un pozzetto di separazione (scolmatore), le prime acque meteoriche.
2) Accumularle temporaneamente in un vasca di prima pioggia.
3) Convogliarle ad una unità di trattamento per la separazione degli idrocarburi (disoleatore).

Raccolta acque piovane

Attraverso il suolo filtrante si realizza la cosiddetta fitodepurazione, cioè una depurazione naturale delle acque sfruttando le capacità depurative del suolo e delle piante.
Si tratta di depressioni o bacini naturali con fondo impermeabilizzato e riempiti da uno strato di terreno organico (suolo filtrante).
L'acqua meteorica, attraversando il suolo filtrante vegetato con delle piante, viene depurata sia meccanicamente, ma soprattutto biologicamente.
L'acqua depurata sfiora attraverso il troppo pieno oppure defluisce tramite una condotta drenante.
Questo sistema, di difficile utilizzo all'interno del tessuto urbano di Serravalle, potrebbe essere utilizzato, per esempio, nel giardino di via Piai o lungo il fiume Meschio.

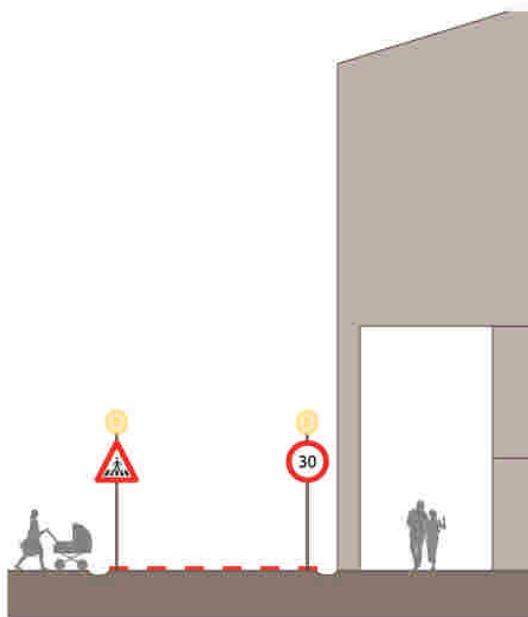
Produzione di cibo

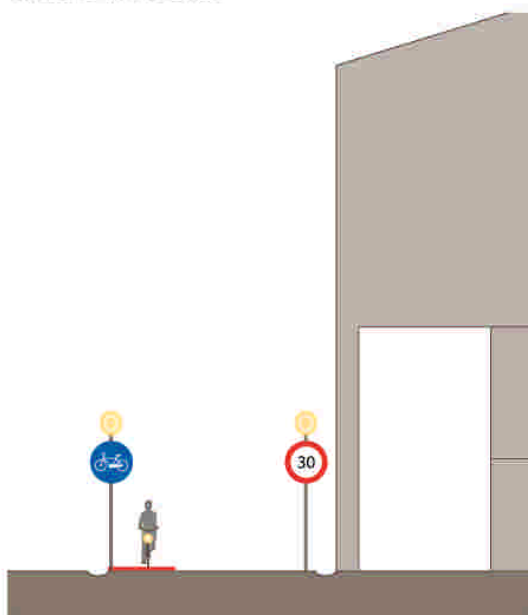
L'esigenza di contrastare gli effetti legati al cambiamento climatico e alla crescita della popolazione potrebbero rendere necessario l'aumento del "verde" nei centri storici, ove questo sia consentito da aspetti di tutela e di conservazione del patrimonio storico edilizio ed urbano.
Muri, terrazze e tetti potrebbero diventare dei luoghi per la produzione alimentare, entrando a far parte del paesaggio urbano stesso.
Nell'area verde attrezzata di via Piai una parte del giardino potrebbe essere dedicato ad orto urbano, a memoria degli orti preesistenti posti nelle immediate vicinanze, e fornire alimenti naturali, sani e a chilometri zero per gli abitanti della zona.

7.4.7.2. Sicurezza e comfort

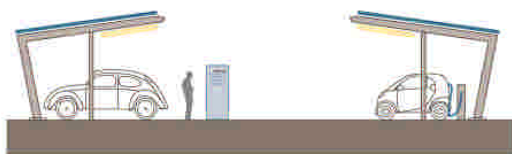
Il secondo obiettivo definito dall'Agenda progettuale è di aumentare la sicurezza dei pedoni e dei ciclisti che si muovono per le strade di Serravalle, in particolar modo lungo via Martiri della Libertà e via Casoni, promuovendo azioni di riqualificazione che prevedono di creare un sistema di percorsi pedonali e di piste ciclabili sicure ed esclusive che connettano i luoghi strategici di Serravalle. Il progetto prevede, compatibilmente con i vincoli del luogo, di ripensare in modo intelligente ed efficiente le aree di sosta. Queste dovrebbero essere integrate, fornire informazioni utili ad una migliore gestione della mobilità ed essere energeticamente autosufficienti.
Lo scopo è di ridurre gli impatti negativi generati dall'uso superfluo delle automobili, specialmente all'interno di un centro di dimensioni contenute come quello di Serravalle, e promuovere l'utilizzo di mezzi di trasporto pubblico e della bicicletta.

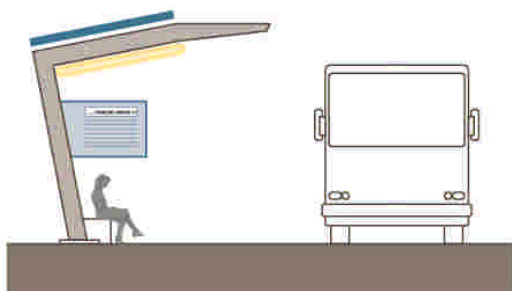
Riqualificazione del sistema di mobilità

Sicurezza pedonale

Realizzare percorsi pedonali in sicurezza richiede una progettazione attenta a diversi aspetti. I percorsi dovrebbero costituire una rete che mette in collegamento le varie parti di Serravalle, e rispondere ai seguenti requisiti: essere muniti di marciapiedi con adeguate altezze e essere dotati di piccole rampe che ne facilitino l'accesso, soprattutto in prossimità degli attraversamenti pedonali. Questi ultimi non dovrebbero essere posizionati in tratti di strada pericolosi o con scarsa visibilità, dovrebbero presentare indicazioni sonore e luminose, ed eliminare le barriere architettoniche che ne ostacolino l'utilizzo. Favorire la realizzazione di percorsi sicuri garantisce un aumento della convivenza di pedoni, ciclisti e automobili. É utile inoltre avviare azioni educational, rivolte soprattutto ai più giovani, che istruiscano su quali siano i comportamenti corretti da tenere quando si circola per strada

Sicurezza ciclabile

La sicurezza dei ciclisti che percorrono le strade di Serravalle non è solo legata alle infrastrutture, ma dipende anche dai comportamenti delle persone. Per contenere il numero di incidenti è importante avviare azioni strutturali, campagne informative e realizzare interventi preventivi alla luce dei dati raccolti dal Comando dei Vigili Urbani. Il comportamento dei ciclisti si migliora attraverso campagne informative sulle buone pratiche (uso del casco) e sui comportamenti pericolosi (mancanza di luci, attraversamenti con il rosso). Andrebbe poi realizzata una rete di piste ciclabili lungo via Casoni, il Meschio e via Cavour di qualità e sicure che colleghino i luoghi strategici di Serravalle; sicure in riferimento al fondo stradale, all'attraversamento degli incroci e ai punti d'immissione e possibilmente ad uso escluso. Indispensabile adottare una segnaletica propria per la regolamentazione del traffico ciclistico e per l'indicazione dei percorsi più convenienti.

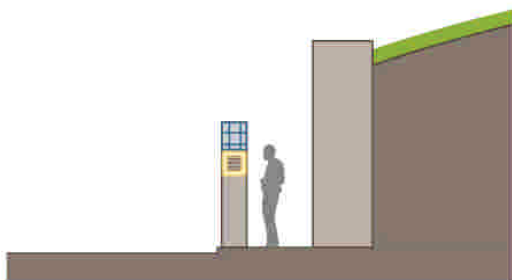
Aree di sosta intelligenti

Auto

Le aree di sosta pubbliche, ove possibile, dovrebbero essere dotate di pensiline fotovoltaiche, utili all'alimentazione di colonnine informative. Queste, collegate a dei sensori posti nella città, possono fornire informazioni, sempre aggiornate, sull'intensità del traffico, sulla localizzazione di posteggi liberi, su manifestazioni in programma, fino ai punti di sosta più vicini alle linee di trasporto pubblico urbano, ecc.
Sono da prevedere aree dedicate al car sharing dotate di auto alimentate elettricamente e colonnine per la loro ricarica.

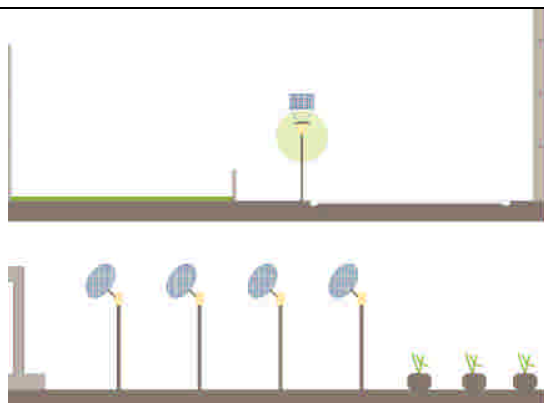
Fermata dell'autobus

La fermata dell'autobus in via Petrarca potrebbe diventare un luogo piacevole per l'attesa, dotata di pensilina con tetto fotovoltaico, delle sedute ed uno schermo che fornisce informazioni utili all'utente. Le informazioni erogate variano dall'orario di passaggio dei prossimi autobus, al traffico presente in città, ad eventuali lavori futuri o in corso, al posizionamento delle aree di sosta per bici e per auto, all'agenda delle manifestazioni promosse dalla città, ecc.
E' utile prevedere la possibilità di effettuare anche delle chiamate di soccorso.

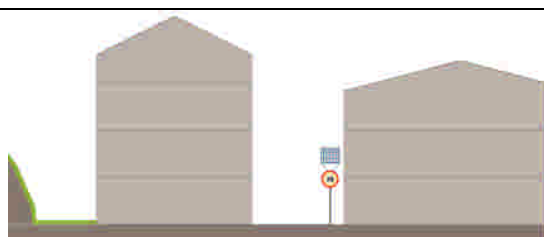
Bici

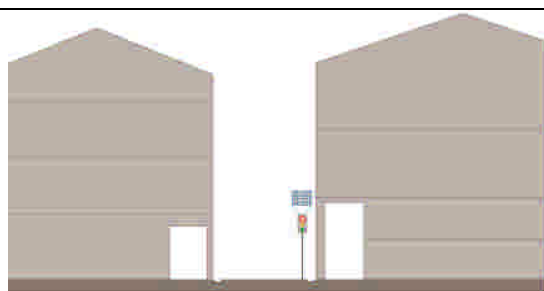
Dislocate per la città ci sono nove rastrelliere con 36 biciclette da prendere a "prestito". Queste aree di sosta coperte potrebbero essere migliorate prevedendone un'ampliamento che consenta di parcheggiare anche le biciclette personali. Prevedendo di sostituire la copertura della pensilina con dei pannelli fotovoltaici si riuscirebbe a garantire l'alimentazione di una colonnina informativa, la quale può fornire notizie utili come: la mappa delle piste ciclabili della zona, la localizzazione delle altre aree di sosta, il numero delle biciclette disponibili in certe aree, ecc.

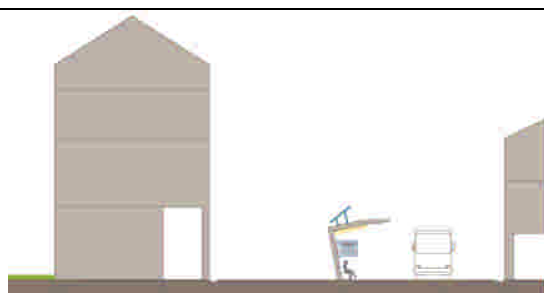
Pedoni

A Serravalle si potrebbero prevedere delle aree di sosta per pedoni, attrezzate con panchine, piccole fontane e colonnine informative sulla città che descrivono, per esempio, i tre percorsi di Visitando Vittorio Veneto che permettono di scoprire la città, le mostre in corso, l'orario di apertura dei musei, la programmazione di convegni e concerti, ma anche gli eventuali lavori in corso, ecc.

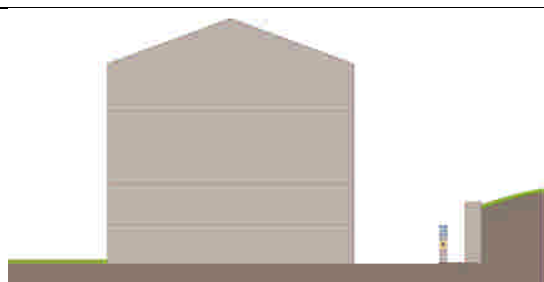
Segnaletica autosufficiente

Lampione fotovoltaico

Il lampione solare è una stazione d'illuminazione autonoma che offre la stessa luminosità dei tradizionali lampioni stradali. E' consigliabile comunque il suo collegato alla rete per garantirne il funzionamento anche nelle ore di minor illuminazione senza l'ausilio di batterie.
L'utilizzo di questo sistema contribuisce al programma di risparmio messo in atto dalla città di Vittorio Veneto.

Segnaletica stradale luminosa

E' un sistema segnaletico stradale luminoso, conforme al codice della strada, che si autoalimenta e che solamente nei momenti di minor illuminazione può attingere alla rete elettrica pubblica, evitando in questo modo di utilizzare un sistema di batterie d'accumulo il cui smaltimento non è ancora certo sia del tutto sostenibile.

Semaforo fotovoltaico

Il semaforo fotovoltaico permette la regolazione del traffico senza dipendere completamente dalla corrente elettrica. L'alimentazione ad energia solare rende questo prodotto quasi completamente autonomo dalla rete elettrica permettendo all'Amministrazione di risparmiare sulle spese di allacciamento (soprattutto in presenza di pavimentazioni di pregio come porfido e trachite) e di minimizzare i costi di gestione.

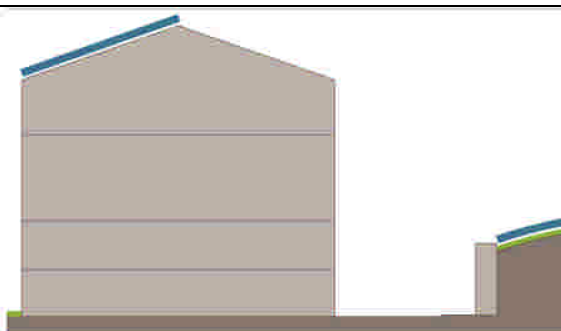
Pensilina fotovoltaica

La pensilina fotovoltaica produce energia che può essere utilizzata per alimentare il sistema d'illuminazione nelle vicinanze e all'interno della pensilina stessa. E' realizzato con lampade a basso consumo ad accensione su chiamata (a pulsante) dell'utente e contribuisce a migliorare la sicurezza notturna.
La corrente prodotta può alimentare anche una colonnina informativa.

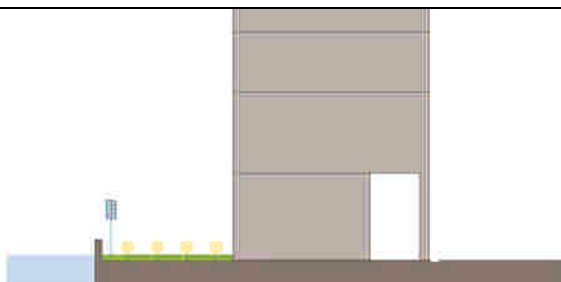
Bacheca luminosa

La bacheca luminosa informativa potrebbe essere installata sui marciapiedi, sulle strade e all'interno dei giardini, per esempio quello pubblico di via Piai. Si tratta di un sistema che utilizza il fotovoltaico per generare l'illuminazione necessaria a garantire una sua facile consultazione anche in assenza di luce naturale.

7.4.7.3. Energia da fonti rinnovabili

Il terzo obiettivo che si propone l'Agenda progettuale per il centro di Serravalle, in accordo con le strategie internazionali di riduzione delle emissioni nocive, è di incentivare l'uso di sistemi di produzione d'energia elettrica da fonti rinnovabili.
Si tratta di un tema complesso dal momento che gli interventi ricadono all'interno di un tessuto urbano molto delicato costituito da edifici storici di elevato pregio architettonico.
L'uso dei tradizionali pannelli integrati fotovoltaici potrebbe essere consentito solo per quelle parti di copertura non a vista, in attesa che il mercato del settore ottimizzi dei sistemi meno impattanti.
L'Amministrazione potrebbe inoltre pianificare di produrre l'energia da destinare al centro storico sfruttando delle superfici (esterne al centro) dove installare pannelli fotovoltaici.

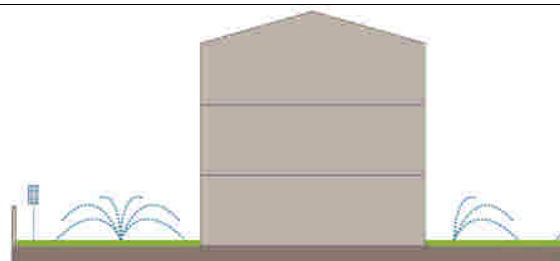
Produzione di energia solare

Pannelli e vetri fotovoltaici

È un sistema integrato alle coperture degli edifici il cui utilizzo, per motivi estetici, non viene spesso consentito nei centri storici o negli edifici di pregio. Per questo motivo si stanno sperimentando nuovi sistemi per integrare le celle fotovoltaiche nelle tegole piuttosto che nei vetri.
Si tratta di soluzioni che richiedono ancora dei tempi di affinamento, ma che riusciranno nel breve tempo a garantire delle valide alternative al tradizionale pannello integrato.

Kit illuminazione giardini

È un sistema fotovoltaico che potrebbe permettere l'illuminazione del giardino e del sentiero di via Piai a costi zero.
Il modulo fotovoltaico trasforma la radiazione solare in energia elettrica, un regolatore di carica permette al modulo fotovoltaico di caricare la batteria che sarà utilizzata successivamente per l'accensione delle lampade.

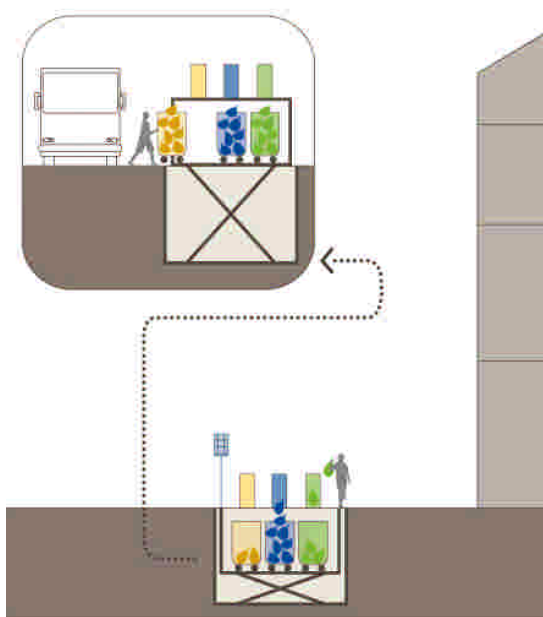
Kit alimentazione cancelli

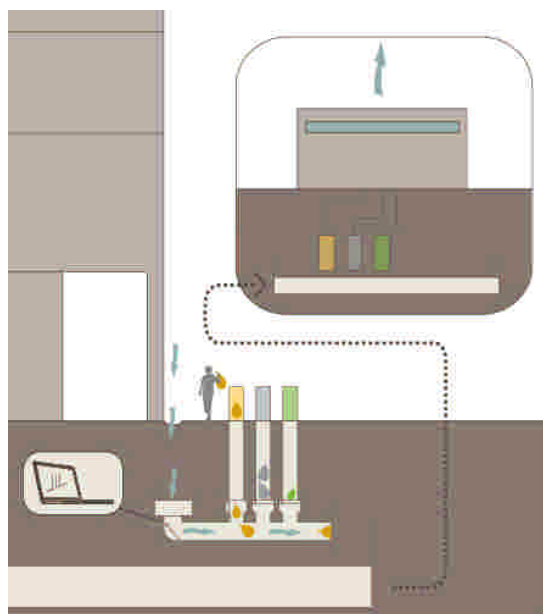
È un sistema fotovoltaico che permette il funzionamento di cancelli senza dover ricorrere alla connessione alla rete elettrica.
Il modulo fotovoltaico trasforma la radiazione solare in energia elettrica, un regolatore di carica permette al modulo fotovoltaico di caricare la batteria che sarà utilizzata per il funzionamento del cancello.

Timer solare per irrigazione

Questo sistema è particolarmente adatto per l'irrigazione automatica di giardini (per esempio quelli interni agli edifici storici), di parchi, ecc. in quanto non necessita di alimentazione elettrica.

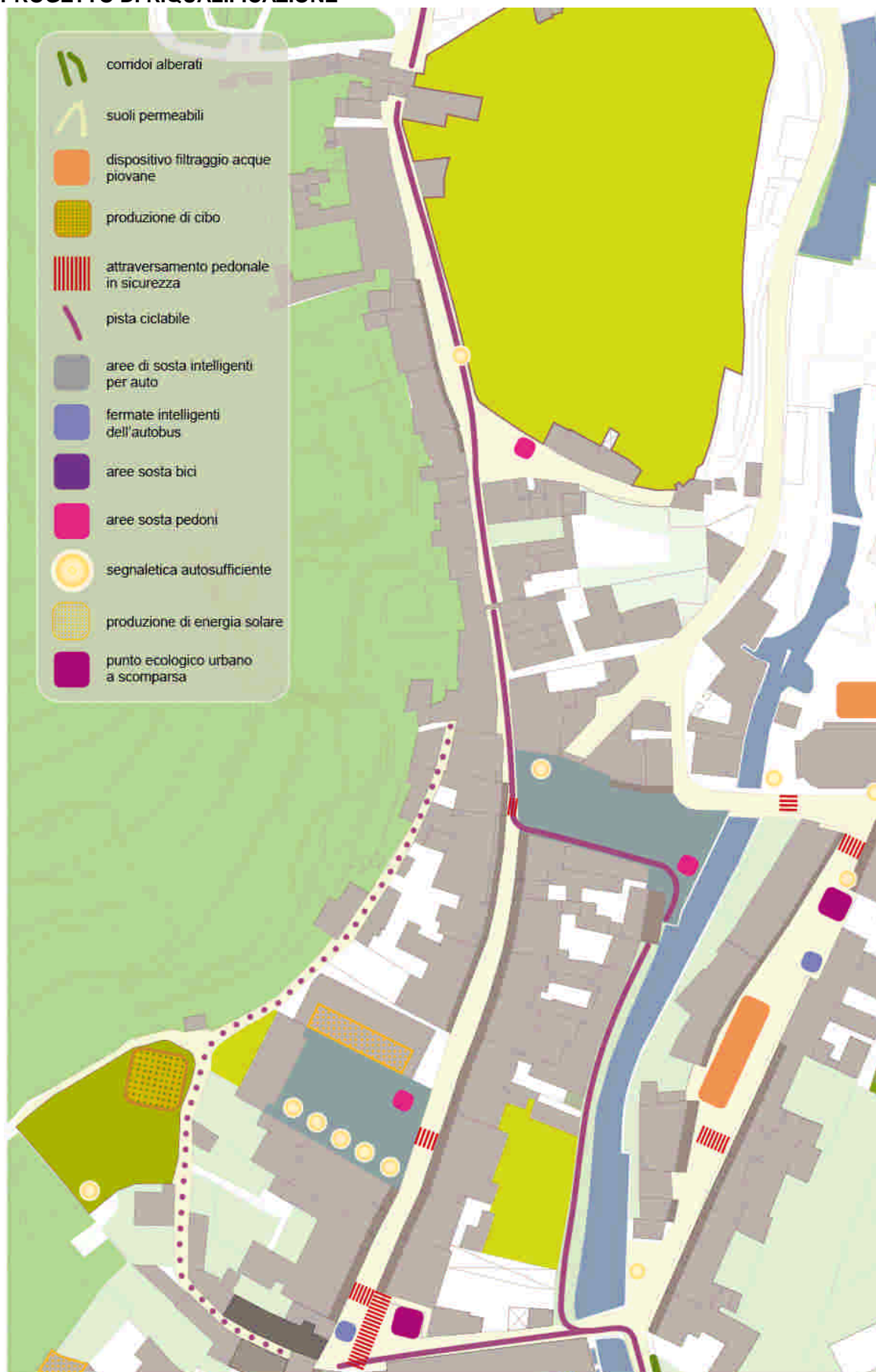
7.4.7.4. Zero rifiuti

L'ultimo obiettivo che si prefigge l'Agenda progettuale è di avviare azioni che, in accordo con le Direttive europee, mirino ad eliminare i rifiuti urbani.
La prima azione da attuare è una campagna di sensibilizzazione per ottimizzare la raccolta differenziata e per promuovere a tutti i livelli una strategia di riduzione dei consumi, di riutilizzo delle merci e di un loro riciclo (tre R).
Una volta avviate queste azioni educational si posso intraprendere interventi concreti per ottimizzare la gestione dei rifiuti urbani. Pensare di sostituire l'attuale sistema di raccolta porta a porta con dei punti ecologici a scomparsa potrebbe risultare più conveniente a livello economico e meno impattante a livello visivo e per questo potrebbe essere indicato per la zona di Serravalle.

Riqualificazione dei sistemi di raccolta dei rifiuti
Punto ecologico urbano a scomparsa

Il sistema per il trasferimento nel sottosuolo dei contenitori dei rifiuti, utilizzato in modo complementare alle attuali metodologie di raccolta, non richiede di modificare i metodi e gli automezzi in uso per la raccolta tradizionale.
I punti di forza del sistema sono:
- movimentare il macchinario senza l'ausilio di energia elettrica;
- migliorare l'impatto ambientale;
- ridurre al minimo gli effetti dannosi provocati dai rifiuti al contatto con l'ambiente;
- liberare zone del centro, prima destinate al posizionamento dei cassonetti o contenitori;
- eliminare le barriere architettoniche;
- agevolare una prima separazione dei rifiuti;
- consentire l'applicazione di tariffe precise mediante pesatura e riconoscimento dell'utenza;
- ridurre la frequenza degli svuotamenti.
- monitorare e controllare in remoto l'ecopunto.

Sistema di raccolta pneumatico

È un sistema per lo smaltimento differenziato dei rifiuti, che utilizza delle condotte sotterranee ed applica il principio dell'aspirazione pneumatica ad aria per convogliare il pattume dalle bocchette di raccolta fino a speciali impianti di stoccaggio. Si tratta di un sistema più complesso del precedente, il cui impianto potrebbe risultare oneroso ed invasivo per Serravalle, ma che potrebbe essere previsto in centri storici con densità minore.
Punti di forza del sistema:
- riduce al minimo gli effetti dannosi provocati sull'ambiente ed elimina gli odori sgradevoli;
- libera porzioni di territorio, prima destinate ai cassonetti;
- agevola una prima separazione dei rifiuti;

Punti di debolezza:
- onerosità di collocazione nei centri storici;
- elevato investimento iniziale;
- non consente la raccolta del vetro;
- costi alti di gestione se non lavora a regime.

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE

corridoi alberati

suoli permeabili

dispositivo filtraggio acque piovane

produzione di cibo

attraversamento pedonale in sicurezza

pista ciclabile

aree di sosta intelligenti per auto

fermate intelligenti dell'autobus

aree sosta bici

aree sosta pedoni

segnaletica autosufficiente

produzione di energia solare

punto ecologico urbano a scomparsa

7.6. Considerazioni sui risultati ottenuti e possibili interventi migliorativi (a cura di Francesco Marinelli, Simonetta Chiovaro)

7.6.1. Riepilogo degli interventi realizzati sul caso-studio e prestazioni raggiunte

Elemento dell'edificio	Stato di fatto	Interventi finalizzati al restauro conservativo	Interventi finalizzati al miglioramento della qualità indoor	Osservazioni
Parete nord	Muratura mista o in pietra locale	Restauro conservativo della muratura e dell'intonaco	Realizzazione di controparete: isolante Ondapan, intercapedine d'aria, tavolato, intonaco termoisolante	
Parete sud	Muratura mista o in pietra locale	Restauro conservativo della muratura e dell'intonaco	Nessun intervento	
Parete ovest	Muratura mista o in pietra locale	Restauro conservativo della muratura e dell'intonaco	Nessun intervento	
Copertura	Orditura primaria in capriate lignee, orditura secondaria in legno (tavolato, listelli, travi) e strato di mattonelle in cotto a vista	Restauro degli elementi lignei con sostituzione parziale degli elementi degradati	Nessun intervento	
Solaio primo piano + pavimento	Travi e tavolato + calcestruzzo e pvc	Restauro degli elementi lignei con sostituzione parziale degli elementi degradati	Pavimento in legno su massetto di allettamento, con sottostante isolante acustico su nuovo tavolato in abete	Aumento di spessore (da cm. 30 a cm. 45); Isolamento termico e acustico
Solaio piano secondo		Restauro degli elementi lignei con sostituzione parziale degli elementi degradati	Pavimento in larice, su fondo costituito da knauf brio su solaio in legno (tavolato in abete, travi, camera d'aria isolante termoacustico e cartongesso al posto di arelle	
Infissi	Serramenti in legno + vetro semplice		Inserimento vetrocamera (3+3 tipo Optiterm) o vetro accoppiato; controfinestre interne in vetro sulle aperture del fronte nord	
Impianti			Inserimento di impianto tradizionale a radiatori e centrale termica	E' stato escluso l'impianto radiante a pavimento per la presenza di pavimentazioni *alla veneziana* da mantenere
Spazi accessori	Piccola corte interna di pertinenza sul lato ovest dell'edificio		Costruzione di due piccoli locali tecnici (muratura in lecablocco, copertura in legno)	
Sistema di smaltimento dei reflui			Sistema di recupero delle acque piovane da riutilizzare nei WC	
Volume del piano terra	Spazio suddiviso in tre settori a differente connotazione	Restauro conservativo di tutti gli elementi strutturali e di finitura	Nessun intervento	Il piano terra dell'edificio è fruibile solo come spazio di servizio perché scarsamente illuminato ed aerato

7.6.2. Interventi sull’edificio per migliorare la qualità energetico-ambientale

Alla luce dei risultati ottenuti dalla simulazione energetica realizzata e a titolo puramente esemplificativo, si propongono di seguito alcuni interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali dell’edificio studiato.

Si tratta di proposte di lieve entità che perlopiù agiscono su quegli elementi dell’edificio che maggiormente sono responsabili di una buiona prestazione energetica dell’edificio e della sua qualità indoor (involucro edilizio, copertura, infissi).
In particolare:

- trattandosi di un edificio caratterizzato dall’assenza di finiture decorative esterne (privo di dichiarazione di notevole interesse culturale), si è proposto di apporre sul prospetto sud un intonaco termoisolante, a base di calce idraulica naturale, al posto di quello a base di calce e sabbia, comunque di nuova realizzazione
- si è proposto di isolare la copertura (elemento molto disperdente) utilizzando isolanti derivanti da nanotecnologie, che presentando modesti spessori non comportano modifiche dei piani di imposta esistenti
- essendo stati controsoffittati tutti gli ambienti interni, si è proposto l’impiego di un impianto di climatizzazione a pannelli radianti a soffitto e/o parete, che risulta più efficiente e versatile per modulare il comfort interno alle situazioni stagionali
- si è proposto l’impiego di un camino di luce per aumentare l’apporto di luce naturale agli ambienti del piano terra; il condotto verticale potrebbe collocarsi all’esterno dell’edificio lungo il prospetto nord, che si presenta parzialmente occluso e prospiciente un cavedio interno.

Elemento	Stato di fatto	Intervento migliorativo	Proposte
Parete nord	Muratura mista o in pietra locale	Controparete: isolante Ondapan, intercapedine d'aria, tavolato, intonaco termoisolante	
Parete sud	Muratura mista o in pietra locale	*Nessun intervento*	Realizzazione di intonaco con caratteristiche termoisolanti
Solaio primo piano + pavimento	Travi e tavolato + calcestruzzo e pvc	Pavimento in legno su massetto di allettamento, con sottostante isolante acustico su nuovo tavolato in abete	
Solaio piano secondo		pavimento in larice, su fondo costituito da knauf brio su solaio in legno (tavolato in abete, travi, camera d'aria isolante termoacustico e cartongesso al posto di arelle	
Copertura		*Nessun intervento*	Isolamento all'estradosso con materiali da nanotecnologie
Infissi	Serramenti in legno + vetro semplice	Inserimento vetrocamera (3+3 tipo Optiterm) o vetro accoppiato; controfinestre interne in vetro sulle aperture del fronte nord	
Impianti		Sistema di contabilizzazione del calore	Impianto radiante a soffitto o parete
Spazi accessori	Piccola corte interna di pertinenza sul lato ovest dell'edificio	Costruzione di due piccoli locali tecnici	
Sistema di smaltimento dei reflui		Sistema di recupero delle acque piovane da riutilizzare nei WC	
Volume del piano terra	Spazio suddiviso in tre settori a differente connotazione	*Nessun intervento*	Inserimento di un camino di luce lungo il fronte nord

7.6.3. Valutazione dell'intervento secondo i criteri dell'edilizia sostenibile

In diretto riferimento a quanto esposto ed illustrato nei capitoli precedenti, si propone di seguito una valutazione dell'intervento realizzato sul caso-studio alla luce dei criteri dell'edilizia sostenibile, verificando quanto proposto nel capitolo quarto del presente lavoro, ovvero le relazioni esistenti tra gli interventi finalizzati al restauro/recupero di un edificio storico e le aree della sostenibilità.
Si verificano nello specifico i singoli interventi di progetto:

Il restauro conservativo degli intonaci esterni, degli infissi e di tutti gli elementi decorativi esterni (cornici in pietra, ringhiere in ferro battuto, colonne, etc.) incide in MOLTO RILEVANTE:

- sulla *qualità ambientale esterna* (AREA 1)
- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), riferito in particolare all'impiego di materiali locali (raggio di provenienza max 100 Km).

Il rifacimento della pavimentazione stradale di Via Piai, utilizzando ciottoli di fiume e lastre in pietra, prevedendo un uso della sede stradale è prevalentemente pedonale, incide:

- sulla *qualità ambientale esterna* (AREA 1)
- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), riferito in particolare all'impiego di materiali locali (raggio di provenienza max 100 Km)
- sulla *mobilità sostenibile*, in quanto

L'intervento che ha previsto la realizzazione di una "controparete, formata da: isolante Ondapan, intercapedine d'aria, tavolato, intonaco termoisolante", incide positivamente:

- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), riferito in particolare al sensibile risparmio energetico che produce
- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort acustico ed una riduzione della temperatura della parete esterna orientata a nord

L'intervento che ha previsto la realizzazione di un "nuovo pavimento in legno su massetto di allettamento, con sottostante isolante acustico su nuovo tavolato in abete", incide positivamente:

- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), riferito in particolare all'impiego di materiali locali (raggio di provenienza max 100 Km) e naturali, privi di sostanze nocive o agenti inquinanti
- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort termico e del comfort acustico.

Lo stesso dicasi per la realizzazione di nuova pavimentazione "pavimento in larice, su fondo costituito da Knauf BRIO su solaio in legno (tavolato in abete, travi, camera d'aria isolante termoacustico e cartongesso al posto di arelle).

L'intervento che ha previsto l'inserimento di vetrocamera (3+3 tipo Optiterm) o vetro accoppiato sugli infissi esistenti restaurati incide positivamente:

- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), riferito in particolare al sensibile risparmio energetico che produce
- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort termico e del comfort acustico.

L'intervento che ha previsto la realizzazione di controfinestre interne in vetro interposte nell'imbotte delle aperture del fronte nord incide positivamente:

- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente di ridurre il discomfort prodotto dalle superfici vetrate orientate a nord.

Si propone di seguito una tabella di riepilogo in cui gli interventi realizzati sull'edificio studiato vengono qualitativamente valutati alla luce dei criteri della sostenibilità, evidenziando anche a quale scala essi agiscono (edilizia, edilizia con riferimento al contesto, urbanistica).

Intervento	Scala dell'intervento	1	2	3	4	5	6	7
Restauro conservativo delle finiture esterne	Intervento a scala EDILIZIA, ma in stretta relazione con il suo intorno costruito							
Rifacimento della pavimentazione stradale di Via Piai, ad uso prevalentemente pedonale	Intervento a scala URBANISTICA, relativa alla viabilità di quartiere							
Realizzazione di controparete a secco	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di nuova pavimentazione interna con isolamento termico e acustico (tipo A)	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di nuova pavimentazione interna con isolamento termico e acustico (tipo B)	Intervento a scala EDILIZIA							
Inserimento di vetrocamera (3+3 tipo Optiterm) o vetro accoppiato	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di controfinestre interne in vetro sulle aperture del fronte nord	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di due locali tecnici esterni	Intervento a scala EDILIZIA, che incide anche sull'intorno costruito							
Sistema di recupero delle acque piovane da riutilizzare nei WC	Intervento a scala EDILIZIA, che incide anche sull'intorno costruito							

7.6.4. Incidenza delle proposte migliorative sulle aree della sostenibilità

Valutando gli interventi migliorativi precedentemente proposti vengono interessate le seguenti aree della sostenibilità:

la realizzazione di intonaco con caratteristiche termoisolanti incide in modo molto significativo:

- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), per il notevole risparmio energetico che produce
- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort termico;

l'isolamento della copertura all'estradosso con l'impiego di materiali da nanotecnologie incide in modo molto significativo:

- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), per il notevole risparmio energetico che produce
- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort termico;

l'impiego di un impianto radiante a soffitto o parete incide in modo molto significativo:

- sull'*uso consapevole delle risorse* (AREA 2), per il notevole risparmio energetico che produce
- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort termico e della qualità dell'aria;

la realizzazione di un camino di luce esterno incide in modo significativo:

- sulla *qualità ambientale interna* (AREA 4), in quanto consente un aumento del comfort visivo, dato dall'apporto di luce naturale.

Intervento	Scala dell'intervento	1	2	3	4	5	6	7
Restauro conservativo delle finiture esterne	Intervento a scala EDILIZIA, ma in stretta relazione con il suo intorno costruito							
Rifacimento della pavimentazione stradale di Via Piai, ad uso prevalentemente pedonale	Intervento a scala URBANISTICA, relativa alla viabilità di quartiere							
Realizzazione di controparete a secco	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di intonaco con caratteristiche termoisolanti (termo intonaco)	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di nuova pavimentazione interna con isolamento termico e acustico (tipo A)	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di nuova pavimentazione interna con isolamento termico e acustico (tipo B)	Intervento a scala EDILIZIA							
Isolamento all'estradosso con materiali da nanotecnologie	Intervento a scala EDILIZIA							
Inserimento di vetrocamera (3+3 tipo Optiterm) o vetro accoppiato	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di controfinestre interne in vetro sulle aperture del fronte nord	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di due locali tecnici esterni	Intervento a scala EDILIZIA, che incide anche sull'intorno costruito							
Impianto radiante a soffitto o parete	Intervento a scala EDILIZIA							
Sistema di recupero delle acque piovane da riutilizzare nei WC	Intervento a scala EDILIZIA							
Realizzazione di un camino di luce esterno	Intervento a scala EDILIZIA							

7.7 Bibliografia di riferimento

Bettanini E., Brunello P., *Lezioni di impianti tecnici*, volume I e II", Padova, Cleup,1990 Bonacina C., Cavallini A., Mattarolo L., *Trasmissione del calore*, Padova, Cleup, 1989 Comune di Vittorio Veneto (TV), *Il Contratto di Quartiere II – Serravalle. Progetto Definitivo*, 2006

Comune di Vittorio Veneto (TV), *Le politiche in atto: il nuovo Piano per i centri storici e i progetti di recupero edilizio*, in: 5a Rassegna Urbanistica Nazionale, Catalogo della Mostra, Venezia 10-20 novembre 2004

Comune di Vittorio Veneto (TV), *Norme Tecniche di Attuazione - Variante n. 9: centri storici*, 2004

Esposti R., Raisa V. (a cura di*), Igrotermia e ponti termici*, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, Edizioni TEP, Milano 2009

Prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto: software per la diagnosi energetica ed il calcolo in regime invernale, Convegno Aicarr, Bologna 29 ottobre 2009

UNI EN 12524. 2001 Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà idrometriche Valori tabulati di progetto,

UNI 10351. 1994 Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore UNI 10349.1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici -Dati climatici

UNI EN ISO 13370. 2001 Prestazione termica degli edifici -Trasferimento di calore attraverso il terreno Metodi di calcolo

UNI EN ISO 13786. 2001 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche Metodi di calcolo.

UNI/TS 11300-1.2008 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI EN ISO 7730.1997 Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benesseretermico

Uwe Wieke, *Aria Calore Luce il comfort ambientale negli edifici*, Roma, Dei Tipografia del genio civile, 2005

Uwe Wieke, *Manuale di Bioedilizia*, Roma, Dei Tipografia del genio civile, 2008